

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования «Белорусский государственный  
технологический университет»

Кафедра лесных машин и технологии лесозаготовок

**А. П. Матвейко, А. С. Федоренчик**

# **ТЕХНОЛОГИЯ И МАШИНЫ ЛЕСОСЕЧНЫХ И ЛЕСОСКЛАДСКИХ РАБОТ**

Тексты лекций по одноименной дисциплине  
для студентов специальности «Лесоинженерное дело»  
специализации «Транспорт леса»

Минск 2014

## ЛЕКЦИЯ 1

### 1.1. Лесные ресурсы Республики Беларусь, их значение для национальной экономики и общества

Леса занимают почти третью часть земной поверхности и играют важную роль в жизни и деятельности человека. Богата лесом и Республика Беларусь. Лес является одним из важнейших природных ресурсов нашей страны. Он удовлетворяет материальные потребности общества в древесных и не древесных продуктах и выполняет важную средозащитную и средообразующую роль. По состоянию на 01.01.2014 г. лесистость Республики Беларусь составляла 39,1% и близка к оптимальной. Площадь гослесфонда составляет около 9,5 млн. га, в том числе покрытая лесом около 8,1 млн. га. Общий запас древостоев около 1,7 млрд. м<sup>3</sup>. Преобладают хвойные лесонасаждения. Породный состав по площади следующий: сосна – 50,2%; ель – 9,3%; дуб и другие твердолиственные – 4,5%; береза – 22,9%; осина – 2,1%; ольха черная – 8,6%. Около 20% общей площади лесов загрязнено радионуклидами. Средний годичный прирост составляет 31,4 млн. м<sup>3</sup>, а средний прирост на 1 га – 3,6 м<sup>3</sup>. Однако ощущается дефицит в спелых насаждениях: спелые и перестойные насаждения по площади составляют 13,6%, что является основным фактором, лимитирующим главное пользование. Леса 1-й группы составляют по площади 51,0%, а остальные – леса 2-ой группы. Около 25% лесов создано искусственно. На душу населения Республики приходится около 0,86 га и 170 м<sup>3</sup> древесного запаса. Средний запас спелых насаждений на 1 га – 245 м<sup>3</sup>. Под управлением Министерства лесного хозяйства находится 85,5% лесов по площади. Территория лесного фонда постоянно находится в динамике, претерпевая определенные изменения.

Основными потребителями древесины являются предприятия концерна «Беллесбумпром». Предприятиями концерна заготавливается и вывозится ежегодно 2,8–3,0 млн. м<sup>3</sup> древесины по главному пользованию.

### 1.2. Основные функции леса

Лес имеет большое значение для развития производительных сил страны, функции леса многогранны, из них следует выделить следующие.

1. Лес – источник существования человека в древности.
2. Лес – источник сырья для промышленности, находит и находит широкое применение во всех отраслях экономики. Заготовленная древесина в основном перерабатывается на пиломатериалы, фанеру, целлюлозу, бумагу, картон, древесные плиты и др. Весьма эффективна химическая переработка древесины. Из 1 м<sup>3</sup> древесины можно получить 200 кг целлюлозы или 90 л спирта, которого достаточно для производства 45 кг искусственного каучука. Сухой перегонкой из древесины можно получить скипидар, деготь, смолу, древесный уголь, дубильный экстракт для кожевенной промышленности и др.

Пропитанная и спрессованная древесина используется для производства шестерен, вкладышей подшипников и др. изделий вместо стали и ряда цветных металлов.

Древесная зелень является составной частью биомассы дерева и также используется для производства ряда ценных продуктов. Так, из хвои получают хлорофиллокаротиновую пасту и эфирные масла для фармацевтики и парфюмерии.

Всего в настоящее время из древесного сырья изготавливают более 20 тысяч различных изделий и продуктов.

3. Лес – очиститель воздуха и источник кислорода. С каждого гектара покрытой лесом площади выделяется около 400 м<sup>3</sup> кислорода в сутки. Наряду с этим лес поглощает углекислоту. Поэтому леса, примыкающие к городам, курортам и другим населенным пунктам, а также водоохранные леса объявлены зеленой зоной и в них разрешается проводить только рубки ухода.

4. Лес – регулятор климата и влагооборота в природе. Он смягчает климат, сохраняет влагу в почве, способствует сохранению уровня воды в реках.

5. Лес – источник ценных продуктов питания (ягод, грибов, орехов), дикого зверя и лекарственных растений. Ежегодные ресурсы для заготовки в Республике грибов оцениваются в 60 тыс. тонн, дикорастущих ягод (черника, брусника, клюква, малина) – в 50 тыс. тонн, биологические ресурсы березового сока – 480 тыс. тонн. Имеются большие возможности для развития пчеловодства, охотничьего хозяйства.

### **1.3. Источники древесного сырья и их характеристика. Структура потребления древесины**

Источниками древесного сырья могут быть накопленные древесные запасы, пригодные для заготовки различных лесоматериалов. До того, как получила развитие химико-механическая переработка древесины, источником древесного сырья были древесные запасы, сосредоточенные в спелых лесах. Это основной (традиционный) источник древесного сырья, дающий подавляющую часть древесины для нужд народного хозяйства. Древесные запасы в лесах гослесфонда называются *лесосырьевыми ресурсами*. Они и сейчас сохраняют свое доминирующее значение.

Создание и развитие в Республике Беларусь производств по химической и химико-механической переработке древесного сырья позволило не только расширить направления использования продуктов переработки древесины. Оно обеспечило возможность использовать такие виды древесного сырья, которые раньше не находили применения, т.е. стало возможным использовать для этих производств древесное сырье с низкими размерно-качественными показателями: древесину от рубок ухода; отходы лесозаготовок; древесину, удаляемую с закустаренных земель, подлежащих переводу в сельскохозяйственные угодья; древесину, удаляемую с трасс линий электропередач, газо- и нефтепроводов и т.д. О том, что древесное сырье из этих источников является полноценным, по-

казывает не только отечественный, но и опыт Скандинавских стран, Германии, Япония, США.

Запасы древесного сырья по видам источников различны и неравнозначны по качеству, количеству и степени доступности для использования. Древесные запасы в спелых насаждениях Республики Беларусь оцениваются на 01.01.2014 г. в 221,9 млн. м<sup>3</sup> и являются сравнительно небольшими. В последнее время наблюдается постоянное увеличение запасов спелой древесины. Это позволяет в ближайшие годы заготавливать по главному пользованию до 10 млн. м<sup>3</sup> древесины в год. При проведении рубок промежуточного пользования в требуемых объемах в ближайшей перспективе ежегодный объем заготовки ликвидной древесины может быть доведен до 6 млн. м<sup>3</sup>.

При проведении рубок главного пользования образуется в среднем 98 м<sup>3</sup> отходов лесозаготовок на 1000 м<sup>3</sup> заготовленной древесины, в том числе 68 м<sup>3</sup> на лесосеках и 30 м<sup>3</sup> на нижних складах.

**Отходы лесозаготовок** – это остатки древесного сырья и материалов, образующиеся в процессе заготовки древесины на лесосеках, первичной ее обработки и частичной переработки на лесных складах и утратившие частично или полностью потребительскую стоимость исходного сырья и материалов. К ним относятся сучья, ветки, вершины, куски стволовой древесины, пни, корни, кусковые отходы от раскряжевки хлыстов и др.

Исследования показали, что часть отходов (сучья, ветви, вершины, тонкомерные деревья, куски стволовой древесины) теряется в процессе заготовки древесины, часть из них используется на технологические нужды (на укрепление трелевочных волоков, строительство лесовозных усов, топливо). Эти потери составляют примерно 40%, а остальные 60% отходов могут быть использованы для переработки на щепу для энергетических целей. Объем реальных отходов в виде сучьев, ветвей, вершин и кусков стволовой древесины, образующихся на лесосеках, зависит от количества и качества отводимого в рубку лесосечного фонда, технологии лесосечных работ.

**Древесные запасы на закустаренных землях**, пригодных к переводу в сельскохозяйственные угодья, оцениваются в 10 млн. м<sup>3</sup>. При рациональных способах сводки древесно-кустарниковой растительности (ДКР) на этих землях из нее можно заготавливать ежегодно 300–350 тыс. м<sup>3</sup> технологической щепы для плитных и гидролизных производств или 350–400 тыс. м<sup>3</sup> топливной щепы.

**Древесные запасы на трассах линий электропередач (ЛЭП)**, газо- и нефтепроводов, на площадях, планируемых под добычу торфа, пока не изучены и их учет затруднителен. По оценкам БГТУ на трассах этих линий древесные запасы составляют около 500 тыс. м<sup>3</sup> ДКР, которую надо периодически убирать (через 12–15 лет). Следовательно, ежегодно возможна заготовка около 40 тыс. м<sup>3</sup> топливной щепы.

Возможность рационального и полного использования древесного сырья во многом зависит от совершенства структуры потребления древесины и она тем более совершенна, чем меньше древесины потребляется в круглом виде. В

Республике Беларусь примерно 36% заготавливаемой древесины используется в круглом виде, включая и топливо, 45% подвергается механической переработке на различные пиломатериалы, а 22% поступает на химическую и химико-механическую переработку. Между тем в зарубежных странах с развитой лесной промышленностью (США, Финляндия и др.) на химическую и химико-механическую переработку поступает более 50% заготавливаемой древесины, а потребление древесины в круглом виде сведено до минимума. Благодаря этому они имеют в 5–8 раз большую прибыль с 1 м<sup>3</sup> заготовленной древесины.

Следовательно, в Беларуси требуется дальнейшее совершенствование структуры потребления древесины. Необходимо значительно увеличить объемы химической и химико-механической переработки древесного сырья. Требуется также улучшение структуры механической переработки древесины в связи с ухудшением качества пиловочного сырья, чтобы получить должную экономическую выгоду от лесного комплекса.

#### **1.4. Охрана природы и окружающей среды**

Применяемая на лесосечных работах лесозаготовительная техника (харвестеры, форвардеры, трелевочные тракторы) не в полной мере отвечают экологическим требованиям. Удельное давление ходовой системы этих машин на почву значительно может превышать 50 кПа. При неправильном использовании лесных машин причиняется значительный вред окружающей среде: разрушается верхний гумусовый слой почвы, остаются на лесосеке глубокие колеи, что вызывает заболачивание почвы, уничтожается жизнеспособный подрост ценных пород, загрязняются почва и открытые водоемы нефтепродуктами, возникают пожары. Чтобы свести до минимума отрицательное воздействие лесной техники на окружающую среду, необходимо соблюдать определенные правила при ее использовании. Трелевочные волоки должны укрепляться отходами лесозаготовок (сучьями, ветвями и др.). Следует применять технологические схемы разработки лесосек, при которых лесозаготовительная техника не повреждает жизнеспособный подрост. Нельзя использовать открытые водоемы в качестве источников воды для технических целей. Для заправки лесной техники топливно-смазочными материалами следует применять специальные заправочные средства. Топливо-смазочные материалы при необходимости следует хранить в закрытых емкостях на специально подготовленной площадке, расположенной вдали от стены растущего леса и окруженной минерализованной полосой. Лесозаготовительная техника в свободное от работы время должны устанавливаться вдали от стены растущего леса на специально подготовленной площадке, окруженной минерализованной полосой. Возможны и другие мероприятия.

## ЛЕКЦИЯ 2

### 2.1. Лесосечный фонд, отвод и оформление лесосек

*Лесосечный фонд* образуется из запасов спелых и перестойных древостоев, предназначенных для заготовки древесины. *Размер лесосечного фонда* определяется ежегодно Правительством Республики Беларусь.

*Порядок передачи лесосечного фонда* устанавливается Правилами отпуска древесины на корню в лесах Республики Беларусь, утверждаемыми Правительством Республики Беларусь.

*Лесопользователями* могут быть предприятия и учреждения любой формы собственности, граждане, а также иные организации и лица, определяемые законодательством государства. Порядок и сроки отпуска древесины на корню регламентируются лесным законодательством государства и действующими нормативными документами. Ежегодно лесохозяйственные органы отводят участки спелого леса в сплошную рубку определенных размеров.

*Лесосека* – участок спелого леса, ограниченный на местности визирами и столбами или естественными рубежами.

*Лесосечный фонд* – участки спелого леса, отведенные в рубку на определенный срок (месяц, квартал, сезон и т.д.).

*Годичный лесосечный фонд* – лесосеки, отведенные в рубку на очередной год и купленные лесозаготовительными предприятиями (ЛЗП).

Для ЛЗП приобретение лесосечного фонда в рубку – важное мероприятие. От него зависит производственная деятельность предприятия в течение всего года. Необходимо, чтобы состав и количество деревьев на отведенных в рубку лесосеках соответствовали как общему объему сортиментной программы ЛЗП, так и каждому сортименту в отдельности. Желательно, чтобы лесосеки территориально размещались так, чтобы протяженность ежегодно прокладываемых временных лесовозных путей была минимальной, расстояние трелевки и вывозки древесины на склады или во двор потребителя – кратчайшее, использование существующих путей – наилучшее. Лесосеки должны по возможности располагаться компактно, иметь наибольшие размеры, установленные правилами лесопользования для данных условий, и правильную форму (прямоугольную или трапецеидальную), что позволит более эффективно использовать лесозаготовительную технику. Подбор лесосек в рубку должен производиться так, чтобы обеспечивалась нормальная работа ЛЗП в зимний и летний периоды и в период распутицы, т.е. лесосеки должны располагаться в зоне летних и зимних лесозаготовок. Зимой в период морозов проще осваивать заболоченные лесосеки, в распутицу – лесосеки, тяготеющие к лесовозным путем с хорошей несущей способностью проезжей части, а летом – лесосеки с хорошей и удовлетворительной несущей способностью грунтов.

Изложенные выше требования, должны соблюдаться с учетом интересов лесопользования и в первую очередь с учетом срочности рубки деревьев.

Отвод лесосек в рубку и таксация лесосек производятся работниками лесничеств под непосредственным руководством лесничих или их помощников, а также лесоустроительной службой в соответствии с «Наставлением по отводу и таксации лесосек в лесах Республики Беларусь». Контроль за выполнением этих работ осуществляется специалистами лесхозов, органов лесного хозяйства областей и республики.

Отвод лесосек в рубку включает три этапа. На *первом этапе* проводятся необходимые подготовительные работы. Уточняются лесоустроительные материалы, данные учета лесов и другие документы; устанавливаются объемы работ на основе материалов лесоустройства и выявляются насаждения, подлежащие первоочередному включению в лесосечный фонд; составляется план отвода лесосечного фонда в разрезе лесничеств по видам пользования и др.

*Второй этап* – это отвод и таксация лесосек. Отвод лесосек в рубку заключается в ограничении участков леса в натуре (на местности). Для этого производят прорубку визиров на участках, где нет квартальных и граничных просек, таксационных визиров и естественных границ (не покрытых лесом земель и др.); постановку столбов на углах лесосек; ограничение не эксплуатационных участков в пределах лесосек; промер линий, измерение углов между ними, а также геодезическую привязку к квартальным и граничным просекам или другим постоянным ориентирам. При необходимости на лесосеках выделяются участки с жизнеспособным подростом и молодняком хозяйственно ценных пород.

В процессе отвода лесосеки составляется ее полевой абрис. На абрисе указываются промеры линий, ограничивающие лесосеку, и необходимые промеры для привязки лесосеки к квартальным и граничным просекам или другим постоянным ориентирам; румбы линий или углы их пересечения; не эксплуатационные участки внутри лесосеки; границы, площадь и номера таксационных участков внутри лесосек; расположение семенных групп деревьев, участков с подростом, молодняком и их площадь. Затем по полевому абрису составляется чертеж лесосеки.

После отвода лесосек в рубку производится их таксация. При этом учитывается жизнеспособный подрост и молодняк с указанием породного состава, возраста, средней высоты и количества на 1 га.

На *третьем этапе* производится материально-денежная оценка лесосек. Материальная оценка лесосек производится по материалам отвода и таксации лесосек с использованием сортиментных таблиц и других нормативных документов. Определяется общий запас древесины с распределением его на деловую и дровяную части, а при необходимости и ликвид из кроны. Деловая древесина распределяется по категориям крупности. К крупной деловой древесине относят круглые лесоматериалы диаметром в верхнем отрезе 25 см и более, к средней – 13–24 см и мелкой – 3–12 см. Средний объем хлыста для каждой породы определяют делением общего объема стволовой древесины на лесосеке на соответствующее число деревьев.

Денежная оценка отпускаемой на корню древесины, а также второстепенных лесных материалов производится по каждой лесосеке на основе лесных такс.

Вся документация по отводу лесосек в рубку хранится в лесничествах в течение 3-х лет. Предварительная передача приобретенного ЛЗП лесосечного фонда по главному пользованию производится по акту. При этом передаются таксационные описания на лесосеки, копии абрисов лесосек и карта всего отведенного лесосечного фонда, копии перечетов деревьев, ведомостей определения запасов и денежной оценки лесосек.

Получив материалы отвода лесосек, ЛЗП до начала рубки следует проверить правильность отвода и таксации лесосек. Если расхождения данных лесхоза и ЛЗП о количестве древесины на каждой лесосеке и ее качестве не превышают 10%, составляется акт на окончательную приемку лесосечного фонда и предприятию выдаются лесорубочные билеты на отведенные лесосеки.

При расхождении свыше 10% ЛЗП необходимо заявить об этом лесхозу до получения лесорубочных билетов. Обнаруженные расхождения в оценке лесосек лесхоз обязан устранить в десятидневный срок.

С момента получения лесорубочных билетов ЛЗП несет полную ответственность за охрану, своевременную и правильную разработку лесосек и их очистку. После разработки и очистки лесосеки передаются по акту органам лесного хозяйства.

Рубка леса на участках, не оформленных лесорубочным билетом, считается самовольной и на виновных налагается штраф.

## **2.2. Производственно-административные и производственные единицы, ведущие заготовку древесины, и их структура**

В концерне «Беллесбумпром» основной производственно-административной единицей, ведущей заготовку и поставку круглых лесоматериалов потребителям, являются леспромхозы (ЛПХ) и производственные лесозаготовительные объединения (ПЛО), называемые лесозаготовительными предприятиями (ЛЗП). Основной производственной единицей в ЛЗП, выполняющей лесосечные работы, является лесозаготовительный мастерский участок.

Современное ЛЗП – сравнительно крупное лесопромышленное предприятие. В его состав входят механизированные лесозаготовительные мастерские участки, состоящие из нескольких комплексных бригад каждый; служба механизированного транспорта; механизированный нижний лесной склад, ремонтная служба и энергетическое хозяйство. При безцеховой структуре лесозаготовительные мастерские участки находятся в непосредственном подчинении ЛЗП, при цеховой – объединяются в лесопункты и им подчиняются, а лесопункты находятся в подчинении ЛЗП.

Нижний склад ЛЗП – капиталоемкое и энергоемкое производственное подразделение и при наличии соответствующих условий (хорошие дороги, сравнительно небольшие расстояния до потребителей, нет необходимости в пе-



переработке заготовленной древесины, ограниченная номенклатура заготавливаемой древесины и другие) его не целесообразно иметь ЛЗП с экономической точки зрения. В этом случае заготовленную на лесосеке древесину лучше напрямую вывозить потребителю.

Собственной лесосырьевой базы в ЛЗП нет. Ею являются леса, находящиеся в ведении лесхозов, которые ежегодно отводят лесосечный фонд в требуемом количестве для приобретения его ЛЗП.

Лесосырьевая база лесхозов разбита на кварталы, по ней прокладываются при необходимости магистральные лесовозные дороги постоянного действия. В стороны от магистральной дороги строятся ветки лесовозной дороги. Они обслуживают часть лесосырьевой базы и отличаются от магистрали меньшими сроками эксплуатации (обычно 2-4 года) и затратами на строительство 1 км. От веток, а иногда и от магистрали лесовозной дороги, если необходимо, строятся лесовозные усы. *Лесовозный ус* – это временный путь со сроком эксплуатации до одного года. Он предназначен для освоения отдельных лесосек, отведенных в рубку на очередной год. У лесовозных усов устраиваются погрузочные пункты или верхние склады – площадки для временного хранения заготовленной древесины и погрузки ее на лесовозный транспорт. Причем на верхних складах может еще производиться очистка деревьев от сучьев, раскряжевка хлыстов на сортименты, сортировка и штабелевка сортиментов или же штабелевка хлыстов в запас.

*Магистраль лесовозной дороги* должна примыкать к путям общего пользования (ширококолейной железной дороге, автомагистрали или водным путям) или же к территории лесоперерабатывающего предприятия, у которых устраивается нижний склад. Он представляет собой площадку, оборудованную соответствующими устройствами и техническими средствами и предназначен для приемки заготовленной на лесосеках древесины, первичной ее обработки, а также для временного хранения и отгрузки лесоматериалов потребителям или же подачи их в цеха лесоперерабатывающего предприятия. В отдельных случаях на нижнем складе ЛЗП производится частичная переработка круглых лесоматериалов на пиломатериалы (доски, брусья, тарную дощечку и т. п.) и другую продукцию (балансы, рудстойку), а также переработка отходов лесозаготовок на щепу.

Технологический процесс лесозаготовок заключается в следующем. После проведения подготовительных работ на лесосеках, приобретенных в рубку, производят заготовку древесины (валку деревьев, очистку их от сучьев и т.д.), перемещение (трелевку, подвозку) заготовленной древесины на погрузочные пункты или верхние склады, где она грузится на лесовозный транспорт, которым и вывозится на нижний склад ЛЗП или же потребителя. На нижнем складе древесину выгружают, подвергают при необходимости первичной обработке. Полученные круглые лесоматериалы сортируются и укладываются в штабеля. Затем часть их отгружается потребителям, а часть поступает в переработку и затем в виде готовой продукции отгружается потребителям. Таким образом,

технологический процесс лесозаготовок включает лесосечные работы, вывозку заготовленной древесины и работы на нижнем складе.

После заготовки древесины и вывозки ее на нижний склад на вырубленных лесосеках проводят мероприятия по лесовосстановлению или лесовосстановительные работы: уход за сохранившимся жизнеспособным подростом и молодняком хозяйственно ценных пород, а если их нет – подготовку почвы, посев семян или посадку сеянцев и саженцев и уход за ними.

## ЛЕКЦИЯ 3

### 3.1. Производственный и технологический процесс заготовки древесины в ЛЗП

Производственным процессом называется совокупность взаимосвязанных процессов труда и естественных процессов, направленных на изготовление определенной продукции.

Производственный процесс заготовки древесины состоит из основного производственного процесса (*технологического*) и процессов материального и технического обслуживания и делится на частичные процессы (стадии, фазы или ступени), а они в свою очередь – на отдельные операции: основные, подготовительные, вспомогательные и обслуживающие.

Технологический процесс заготовки древесины – планомерный, определенный во времени и месте процесс производства лесоматериалов. Он подразделяется на три стадии (фазы):

- лесосечные работы;
- вывозка заготовленной древесины;
- работы на нижнем складе.

Стадии технологического процесса тесно взаимосвязаны. Для выполнения требуемых объемов лесозаготовок должны строго выполняться установленные объемы производства на каждой стадии. *Каждая стадия лесозаготовительного процесса состоит из основных, подготовительных и вспомогательных операций.*

Основные операции подразделяются:

- на технологические (валка леса, очистка деревьев от сучьев, раскряжевка хлыстов на сортименты и др.), при которых изменяются форма, размеры и состояние объекта труда;
- на переместительные (трелевка заготовленной древесины, погрузка древесины и т.д.), при которых объект труда лишь перемещается с одного рабочего места на другое.

Чем меньше переместительных операций, тем совершеннее технологический процесс.

### 3.2. Принципы рационального построения технологического процесса

*Совершенство технологического процесса* во многом зависит от того, насколько он рационально построен. Производственный опыт показал, что заготовку древесины целесообразно вести по поточному методу. Его применение позволяет устранить лишние операции, сделать технологический процесс более непрерывным и иметь минимальные межоперационные запасы. При поточном методе рабочие места располагаются в соответствии с очередностью выполнения производственных операций процесса. При его применении повышается производительность труда, сокращается продолжительность производственного цикла, достигается ритмичность работы предприятия и наиболее эффективное

использование техники и т.д. Поточный метод – один из основных принципов рационального построения технологического процесса лесозаготовок и называется он принципом непрерывности.

Второй важный принцип – принцип параллельности и прямоочности, который заключается в одновременном выполнении операций отдельными частями производственного потока и сокращении сроков между заготовкой древесного сырья и получением готовой продукции (лесоматериалов).

Следовательно, сокращение переместительных операций и перенесение большинства технологических операций из лесосеки на верхний и нижний склад является третьим важным принципом рационального построения технологического процесса лесозаготовок.

Благодаря созданию высокоэффективных многооперационных лесозаготовительных машин, исключая ручную труд, уже находит практическое применение технологический процесс с заготовкой на лесосеке сортиментов и доставкой их потребителям и таким образом отпадает необходимость в наличии нижнего склада в ЛЗП.

### **3.3. Технологические процессы лесосечных работ и их характеристика**

Технологией называется совокупность методов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств, формы сырья, применяемого в процессе производства для получения готовой продукции.

Технологическим процессом лесосечных работ называется совокупность способов, приемов и средств выполнения ряда операций на лесосеке и погрузочном пункте или верхнем складе, начиная от валки деревьев и кончая погрузкой заготовленной древесины на лесовозный транспорт.

Способ вывозки древесины является основным определяющим признаком технологического процесса лесозаготовок. В качестве признака, определяющего тип технологического процесса лесосечных работ, принят вид древесины, погружаемый на лесовозный транспорт (хлысты, сортименты, щепа и т.д.). Исходя из этого возможны пять типов технологических процессов лесосечных работ.

Технологическим процессом 1-го типа предусматривается заготовка на лесосеке сортиментов и погрузка их на лесовозный транспорт. В связи с созданием и внедрением в производство высокопроизводительных валочно-сучкорезно-раскряжевых (харвестеров) и погрузочно-транспортных (форвардеров) машин, а также заготовкой ограниченного числа сортиментов (2-4), в Беларуси данный технологический процесс является преобладающим.

Разновидностью этого технологического процесса является процесс, предусматривающий заготовку сортиментов из комлевой части деревьев и топливной щепы из вершинной части деревьев без удаления сучьев. Такая технология лесосечных работ будет эффективна при разработке тонкомерных насаж-

дений и является ресурсосберегающей, так как при этом используется и неликвидная часть деревьев (сучья, вершины).

По *технологическому процессу 2-го типа* на лесосеке заготавливаются хлысты, которые затем грузятся на лесовозный транспорт и доставляются на нижний склад. Такой технологический процесс получил наибольшее применение в РФ, Канаде, США. При вывозке хлыстов создаются условия для более рационального и полного их использования.

Разновидностью этого технологического процесса является процесс, по которому из деловых деревьев заготавливаются товарные хлысты, а из тонкомерных ( $d_{1,3} \leq 13$  см) и низкокачественных деревьев, не пригодных для заготовки деловых сортиментов, а также из сучьев и вершин, удаленных из деловых деревьев — топливная щепка. Такая технология позволяет более полно использовать отводимый в рубку лесосечный фонд и является ресурсосберегающей.

*Технологическим процессом 3-го типа* предусматривается заготовка на лесосеке деревьев и погрузка их на лесовозный транспорт. Он является наиболее ресурсосберегающим, так как при нем создаются условия для рационального и полного использования всех частей дерева. Однако применения в Беларуси этот тип технологического процесса не получил, так как на крону деревьев отсутствует спрос.

По *технологическому процессу 4-го типа* на лесосеке заготавливают из целых деревьев технологическую щепу и отгружают непосредственно потребителям. Такую технологию рекомендуется применять при разработке тонкомерных (объем хлыста до  $0,13$  м<sup>3</sup>) и низкотоварных насаждений, непригодных для выработки деловых лесоматериалов из стволовой древесины. Она будет также эффективна при освоении лесосырьевых баз в зонах действия предприятий по глубокой химической и химико-механической переработке древесного сырья.

*Технологическим процессом 5-го типа* предусматривается заготовка на лесосеке частей деревьев (сортиментов с кроной) и погрузке их на лесовозный транспорт для доставки на склад потребителя. При выгрузке на складе части деревьев сортируются на две группы: в первую – части деревьев, пригодные для получения сортиментов, а во вторую – вершинные и другие части деревьев, непригодные для получения сортиментов. Части деревьев первой группы затем подвергаются первичной обработке (обрезка сучьев и окорка) и далее поступают на переработку. Части деревьев второй группы, а также сучья и ветви от первой группы перерабатываются в топливную щепу. Этот технологический процесс обеспечивает высокий выход деловой древесины и почти полное использование надземной части биомассы дерева, т.е. является малоотходным.

Однако при применении этого технологического процесса из леса удаляется значительное количество питательных веществ и возможно повреждение грунта на волоках трелевочными машинами, так как нет чем укреплять волок.

*Вариант технологического процесса лесосечных работ зависит:*

– от почвенно-грунтовых условий;

- от наличия на лесосеке жизнеспособного подростa хозяйственно ценных пород и его размеров;
- от крупности насаждений;
- от возможности создания безопасных и удобных условий труда для рабочих и определяется местом выполнения таких операций, как очистка деревьев от сучьев и раскряжевка хлыстов.

Технология, принятая для разработки лесосеки, должна обеспечивать высокую устойчивую производительность машин и труда рабочих с минимальными затратами средств и труда при соблюдении требований безопасности и условий охраны окружающей среды, а также лесоводственных требований.

#### **3.4. Технологические процессы на вывозке древесины и основных потоках нижних лесных складов**

Технологический процесс вывозки заготовленной древесины зависит в основном от вида вывозимой древесины и включает три операции: *погрузку древесины на лесовозный транспорт, транспортировку ее потребителю или на склад и выгрузку древесины с лесовозного транспорта.*

Следовательно, технология вывозки древесины может быть сортиментами, хлыстами (полухлыстами), деревьями (частями деревьев) и щепой. Вариант технологии вывозки древесины определяется типом лесовозного транспорта (автомобили, тракторы, тепловозы). В Беларуси, России и некоторых других странах СНГ наибольшее применение получили технологические процессы вывозки хлыстов и сортиментов автомобилями и частично тракторами, если расстояние вывозки до 30 км.

Погрузка древесины на лесовозный транспорт может производиться погрузочными средствами лесозаготовительного мастерского участка или же лесотранспортного цеха. При вывозке хлыстов погрузка их на лесовозный транспорт, как правило, производится челюстными лесопогрузчиками. При вывозке древесины сортиментами их погружают и выгружают, в основном, стреловыми гидрокранами-манипуляторами, установленными на лесовозных автомобилях. Таким же образом можно грузить и выгружать полухлысты и части деревьев. Погрузка щепы в автощеповозы производится пневмотранспортными установками на рубильных машинах, а выгрузка – опрокидыванием кузова автощеповозом.

На нижнем лесном складе с вывозкой на него древесины хлыстами (полухлыстами) главными являются основные технологические потоки – потоки (поточные линии) по производству круглых лесоматериалов.

Технологический процесс на основных потоках нижнего склада определяется в основном видом вывозимой на склад древесины (хлысты, сортименты и т.д.) и годовым грузооборотом склада. При вывозке древесины на нижний склад сортиментами основные технологические потоки не требуются и технология и механизация работ на нижнем складе упрощается.

При вывозке на нижний склад хлыстов (полухлыстов) в зависимости от грузооборота склада и применяемого оборудования возможны следующие типы технологических процессов производства круглых лесоматериалов на основных потоках склада:

- первый тип ТПН1 – технологический процесс с продольной подачей древесного сырья в обработку;
- второй тип ТПН2 – технологический процесс с поперечной подачей древесного сырья в обработку;
- третий тип ТПН3 – технологический процесс с комбинированной (продольно-поперечной или поперечно-продольной) подачей древесного сырья в обработку.

Технологический процесс производства круглых лесоматериалов должен обеспечивать:

- выпуск сортиментов требуемых номенклатуры и объемов и максимальный выход товарной продукции;
- комплексную механизацию и автоматизацию производственных операций и высокую производительность труда;
- оптимальную загрузку оборудования;
- специализацию технологических потоков на обработку определенного вида сырья и выпуск ограниченного количества сортиментов;
- создание общих складов древесного сырья и готовой продукции при многопоточной компоновке оборудования.

В Беларуси и странах СНГ сейчас преобладают мелкие нижние лесные склады с грузооборотом до 100 тыс. м<sup>3</sup> в год и средние с грузооборотом от 100 до 300 тыс. м<sup>3</sup> в год. Поэтому применяются в основном первый и третий типы технологических процессов производства круглых лесоматериалов.

## ЛЕКЦИЯ 4

### 4.1. Машины и оборудование для лесозаготовительного производства и их классификация по технологическому назначению

Применяемые на лесозаготовках машины, механизмы и оборудование весьма разнообразны. По технологическому назначению их можно объединить в 14 групп. Применение тех или других машин, механизмов и оборудования зависит от типа технологического процесса лесозаготовок в целом и на отдельных его стадиях.

В первую группу входят машины и механизмы для валки, валки и пакетирования деревьев. К ним относятся специализированные и универсальные бензиномоторные пилы, валочные и валочно-пакетирующие машины.

Вторая группа – машины и механизмы для трелевки и подвозки заготовленной древесины из лесосеки к лесовозной дороге (усу или ветке). Это – тракторы для трелевки и подвозки древесины различных типов, канатные трелевочные и трелевочно-транспортные установки.

К третьей группе относятся машины и механизмы для первичной обработки спиленных деревьев (очистки от сучьев, раскряжевки хлыстов на сортименты). К ним относятся сучкорезные, сучкорезно-раскряжевочные и валочно-сучкорезно-раскряжевочные машины, универсальные бензиномоторные пилы.

Четвертая группа объединяет лесозаготовительные машины смешанного типа, т.е. машины, производящие первичную обработку и транспорт заготовленной древесины. Это – валочно-трелевочные и валочно-сучкорезно-раскряжевочные машины.

В пятую группу входят машины и механизмы для штабелевки древесины и погрузки ее на лесовозный транспорт: самоходные челюстные лесопогрузчики, самоходные стреловые краны-манипуляторы с челюстным захватом и навесные стреловые гидрокраны-манипуляторы с челюстным захватом.

К шестой группе относятся лесовозные автопоезда (автомобиль-тягач с прицепом или полуприцепом специальной конструкции). К ним относятся автопоезда для вывозки хлыстов, сортиментов и щепы.

В седьмую группу входят колесные тракторы общего назначения, оснащенные прицепами для вывозки сортиментов. Применяются они на вывозке сортиментов сравнительно редко, в основном в лесхозах при расстоянии вывозки до 30 км.

Восьмая группа объединяет узкоколейные и ширококолейные тепловозы со специальным подвижным составом для перевозки лесных грузов. В 50-е и 60-е годы прошлого века узкоколейными тепловозами в Беларуси вывозилось значительное количество древесины, а сейчас они не применяются.

В девятую группу входят козловые, консольно-козловые, кабельные и мостовые краны, канатно-блочные установки, колесные лесопогрузчики, стреловые гидрокраны-манипуляторы. В Беларуси применяются в основном козло-



вые и частично кабельные краны, канатно-блочные установки и стреловые гидрокраны-манипуляторы.

Десятая группа объединяет механизмы и оборудование для первичной обработки хлыстов: электромоторные цепные пилы, автоматизированные раскряжевочные и сучкорезно-раскряжевочные машины.

К одиннадцатой группе относится оборудование для сортировки круглых лесоматериалов (сортиментов). Это продольные лесотранспортеры: цепные, канатные и ленточные. Наиболее широко применяются продольные цепные лесотранспортеры различных конструкций.

В двенадцатую группу входят лесопильные рамы, ленточнопильные станки, круглопильные станки для продольной и поперечной распиловки древесины, окорочные станки, брусующе-рубильные машины.

Тринадцатая группа объединяет станки для расколки древесины и выколки гнили, барабанные и дисковые рубильные машины для измельчения древесного сырья на щепу, установки для сортировки и транспортировки щепы.

К четырнадцатой группе относятся консольно-козловые краны, башенные краны-лесопогрузчики, электрогидравлические грейферы к кранам, самоходные стреловые гидрокраны-манипуляторы и автомобильные стреловые краны.

Машины и механизмы, которые при выполнении работы совершают рабочие и холостые ходы (движения), называются *машинами периодического действия*, а которые при выполнении работы не совершают холостых ходов, т.е. выполняют только рабочие движения, называются *машинами непрерывного действия*.

*Самоходные машины* – это машины, выполненные на самодвижущейся ходовой системе. Машины, выполненные на специальной ходовой системе и передвигающиеся при помощи какого-либо транспортного средства (тягача), называются *передвижными машинами*.

*Стационарные машины* – машины, установленные на фундаменте и не могут передвигаться.

Самоходные и передвижные машины могут быть на гусеничном, пневмоколесном и железнодорожном ходу. Машины на гусеничном ходу имеют более высокую проходимость, но малые скорости движения в сравнении с машинами на пневмоколесном ходу. Кроме того машины на пневмоколесном ходу при прочих равных условиях легче и маневреннее гусеничных машин.

#### **4.2. Общие понятия о системах машин, принципы формирования машин и механизмов в системы**

Для выполнения какого-либо технологического процесса лесозаготовок или его части машины и механизмы формируют в системы.

Система машин – это набор машин и механизмов, взаимоувязанных и согласованных по техническим и технологическим параметрам и предназначен-

ных для выполнения какой-либо стадии технологического процесса лесозаготовок или ее части.

Применение систем машин на заготовке древесины позволяет их более рационально и полно использовать, а, следовательно, повысить их производительность, улучшить техническое обслуживание техники и текущий ремонт; обеспечить возможно полное соответствие лесной техники природно-производственным условиям и в конечном итоге повысить эффективность лесозаготовительного производства. Чтобы система машин была эффективной в данных конкретных природно-производственных условиях она должна формироваться с соблюдением следующих основных условий:

1. База лесных машин в системе должна быть однотипной по возможности, что позволит лучше организовать их техническое обслуживание и текущий ремонт.

2. Производительность машин и механизмов в системе должна быть равной или кратной и они должны быть эффективными при данном объеме производства. Это обеспечит полную загрузку техники и уменьшит затраты на выпуск продукции.

3. Машин и оборудование, включаемые в систему, по своим конструктивным и технологическим параметрам должны соответствовать рельефу местности, почвенно-грунтовым и лесорастительным условиям, и виду вывозимой из лесосек древесины. Это позволит свести к минимуму отрицательные воздействия лесной техники на окружающую среду, сохранить в требуемом количестве жизнеспособный подрост и подлесок хозяйственно ценных пород и таким образом сократить сроки выращивания леса на вырубках и затраты на лесовосстановление.

4. При формировании машин и оборудования в системы использовать как существующие, так и перспективные лесные машины и механизмы, что позволит планировать своевременную замену устаревшей техники в системе.

Исходя из применяемых технологических процессов лесосечных работ и номенклатуры выпускаемых машин и механизмов для реализации этих процессов, комплектование систем машин может производиться по следующим основным вариантам технологических процессов лесосечных работ:

1) валка деревьев и очистка их от сучьев бензиномоторными пилами, трелевка хлыстов тракторами или канатно-блочными установками, погрузка хлыстов на лесовозный транспорт челюстными лесопогрузчиками;

2) валка деревьев бензиномоторными пилами, трелевка деревьев тракторами, очистка деревьев от сучьев сучкорезными машинами, погрузка хлыстов челюстными лесопогрузчиками или стреловыми гидрокранами-манипуляторами;

3) валка деревьев валочными или валочно-пакетирующими машинами, трелевка деревьев тракторами, очистка деревьев от сучьев сучкорезными машинами, погрузка хлыстов челюстными лесопогрузчиками или стреловыми гидрокранами-манипуляторами;

4) валка и трелевка деревьев валочно-трелевочными машинами, очистка деревьев от сучьев сучкорезными машинами, погрузка хлыстов челюстными лесопогрузчиками или стреловыми гидрокранами-манипуляторами;

5) валка деревьев бензиномоторными пилами, трелевка деревьев тракторами, измельчение деревьев на щепу с подачей ее в автощеповоз передвижными рубильными машинами;

6) валка деревьев, обрезка сучьев, раскряжевка хлыстов бензиномоторными пилами, подвозка сортиментов на погрузочный пункт или верхний склад с подсортировкой и укладка доставленных сортиментов в штабель погрузочно-транспортными машинами;

7) валка деревьев, очистка их от сучьев, раскряжевка хлыстов на сортименты валочно-сучкорезно-раскряжевочными машинами (харвестерами), подвозка сортиментов на придорожный склад с подсортировкой и укладка доставленных сортиментов в штабель погрузочно-транспортными машинами;

8) валка деревьев бензиномоторными пилами или валочно-пакетирующими машинами, трелевка деревьев тракторами, очистка деревьев от сучьев и раскряжевка хлыстов на сортименты сучкорезно-раскряжевочными машинами (процессорами), подсортировка и штабелевка сортиментов стреловыми гидрокранами-манипуляторами;

9) валка и трелевка деревьев валочно-трелевочными машинами, очистка деревьев от сучьев и раскряжевка хлыстов на сортименты сучкорезно-раскряжевочными машинами, подсортировка и штабелевка сортиментов стреловыми гидрокранами-манипуляторами.

## Лекция 5

### ОСНОВЫ ТЕОРИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

#### 5.1. Дерево как предмет труда

Дерево состоит из корневой системы, ствола и кроны, которая включает сучья, ветви, древесную зелень и вершину. Валку деревьев производят отделением надземной части дерева от корневой системы. Очистив поваленное дерево от сучьев, и удалив вершину, получаем хлыст, древесина которого и является основной целью лесозаготовительного производства. Произведя поперечную распиловку хлыста на части, удовлетворяющие требованиям ГОСТ на лесопродукцию, получим круглые лесоматериалы, называемые сортаментами. Таким образом, предметом труда на лесозаготовках являются дерево, хлыст и сортимент, а также щепка, представляющая собой древесные частицы определенных размеров, формы и качества, полученные путем измельчения целых деревьев или их частей, круглых и колотых лесоматериалов и древесных отходов и соответствующие требованиям нормативно-технической документации.

Основными параметрами дерева и хлыста являются диаметр у комлевого среза  $d_c$  и на расстоянии 1,2 м от комлевого среза  $d_{1,3}$ , длина  $L_x$ , объем  $V_x$  и масса  $M_x$  хлыста, а также масса  $M_d$  дерева. Знание этих параметров деревьев и хлыстов очень важно, так как по ним производится выбор технических и технологических параметров лесных машин и их технологического оборудования и решаются вопросы обеспечения устойчивости машин.

Между диаметрами хлыста существуют зависимости. Так,  $d_c = c d_{1,3}$ , где  $c$  – коэффициент, зависящий от породы дерева: для сосны  $c = 1,27$ ; ели  $c = 1,25$ ; березы  $c = 1,21$ ; осины  $c = 1,16$ .

Зависимости между диаметрами хлыстов  $d_c$  в сантиметрах и их длинами в метрах характеризуются следующими корреляционными уравнениями:

$$\text{для ели и березы } L_x = a d_c - b d_c^2 + c_1;$$

$$\text{для сосны } L_x = a d_c + c_1;$$

$$\text{для осины } L_x = a d_c - b d_c^2$$

где  $a$ ,  $b$  и  $c_1$  — коэффициенты: для ели  $a = 0,68$ ;  $b = 0,0047$ ;  $c_1 = 1,45$ ; для березы  $a = 1,00$ ;  $b = 0,0134$ ;  $c_1 = 0,40$ ; для сосны  $a = 0,246$ ;  $c_1 = 9,20$ ; для осины  $a = 0,94$ ;  $b = 0,10$ .

В спелых лесах Беларуси средняя длина стволов хвойных пород составляет 25 м, а лиственных – 23 м.

Для решения вопросов программирования раскряжевки хлыстов на сортименты кроме  $L_x$  имеет значение сбег  $i$ , то есть величина уменьшения диаметра от комля к вершине, который определяется по формуле

$$i = \frac{d_1 - d_2}{l_1}, \quad (5.1.)$$

где  $d_1$  – максимальный диаметр хлыста в месте замера, м;  $d_2$  – минимальный диаметр хлыста в месте замера, м;  $l_1$  – расстояние между местами замеров диаметров на хлысту, м.

Сбег хлыстов измеряется в сантиметрах на метр длины. Различают хлысты слабосбежистые, (до 0,5 см/м), с нормальным средним сбегом (0,6...1,0 см/м) и сильносбежистые (более 1 см/м). У одного и того же хлыста средний сбег по длине неодинаков: у комля он наибольший, а в средней части – наименьший.

Объемы хлыстов даются в таксационных таблицах. Для технических расчетов с достаточной точностью объемы хлыстов можно определить по формуле

$$V_X = \frac{\pi \cdot d_{1.3}^2}{4} \cdot L_X \cdot f, \quad (5.2)$$

где  $f$  – видовое число в возрасте рубки: для сосны и осины  $f = 0,46$ ; для ели и ольхи черной  $f = 0,48$ ; для березы  $f = 0,44$ .

Объем хлыста определяется без коры и является одним из основных нормообразующих факторов при установлении норм выработки, определении производительности лесозаготовительной техники, а также при учете заготовленной древесины. Объем коры зависит от породы, диаметра и разряда высот и составляет 8...19 % объема ствола.

Масса дерева  $M_D$  и хлыста  $M_X$  – важнейший параметр, так как она определяет нагрузку на технологическое оборудование лесозаготовительных машин.

Масса дерева (без учета листьев) может быть определена по формуле

$$M_D = V_C \cdot \rho + \rho_C \cdot V_C \cdot \rho_C, \quad (5.3)$$

где  $V_C$  – объем ствола в коре, м<sup>3</sup>;  $\rho$  – плотность древесины, т/м<sup>3</sup>;  $\rho_C$  – доля объема сучьев от объема ствола в коре, %;  $\rho_C$  – плотность сучьев, т/м<sup>3</sup>: для сучьев сосны  $\rho_C = 0,869$ ; ели  $\rho_C = 0,926$ ; осины  $\rho_C = 0,927$ ; березы  $\rho_C = 0,986$  т/м<sup>3</sup>.

Летом масса деревьев лиственных пород на 10...20 % больше, чем зимой.

Масса хлыста равна

$$M_X = V_X \cdot \rho_{CP}, \quad (5.4)$$

где  $\rho_{CP}$  – средняя плотность древесины, т/м<sup>3</sup>.

Расстояние от комлевого среза до центра тяжести хлыста  $h_C$  с необходимой точностью может быть определено по формуле

$$h_C = 0,37 \cdot L_X \quad (5.5)$$

Параметры кроны оказывают заметное влияние на процесс валки деревьев и параметры технологического оборудования машин для очистки деревьев от сучьев. Кроме того, крона существенно снижает производительность трелевочных машин, так как увеличивает массу трелеваемой пачки. Основными парамет-

рами кроны являются длина, ширина, площадь сечения вдоль оси ствола и объем.

Основными параметрами сортимента являются длина  $l$ , диаметр в верхнем отрезе  $d$ , объем  $V_C$  и масса  $m_C$ . Диаметр и длина сортимента регламентируются ГОСТ на круглые лесоматериалы. Длину необходимо учитывать при выборе лесовозного транспорта и погрузочного механизма (машины). Объемы сортиментов определяются обычно по таблицам объемов круглых лесоматериалов по номинальной длине сортимента (без припусков) и диаметру в верхнем отрезе без коры для деловых сортиментов и с корой для дровяного долготья.

Массу сортимента необходимо учитывать при выборе погрузочного механизма (машины) по грузоподъемной силе

$$m_C = V_C \cdot \rho, \quad (5.6)$$

где  $\rho$  – плотность стволовой древесины, т/м<sup>3</sup>.

Щепа подразделяется на технологическую и топливную. Основными параметрами щепы являются ее толщина и длина. Щепа учитывается в насыпных м<sup>3</sup> с последующим переводом в плотные м<sup>3</sup>.

## 5.2. Основы теории производительности лесных машин и механизмов

### 5.2.1. Общие положения

Основным показателем работы машины является ее **производительность** – количество продукции, полученной или перемещенной за единицу времени (час, смену, сутки и т.д.).

Различают производительность машины, механизма и производительность поточной линии (технологического потока). Последняя будет зависеть от количества и производительности отдельных машин, входящих в поточную линию. Продукция или полуфабрикаты могут учитываться в штуках, по объему или по массе. Поэтому производительность может измеряться штуками изделий, объемом и массой. В лесной промышленности преобладает учет продукции в плотных кубических метрах (м<sup>3</sup>). Поэтому и производительность машин и поточных линий измеряют в основном в м<sup>3</sup>. Производительность подъемно-транспортных машин и механизмов измеряется объемом (массой) деревьев, хлыстов или сортиментов, перемещенных за единицу времени  $T$ . Производительность машин и механизмов, выполняющих технологические операции, может измеряться как объемом (массой) перерабатываемого сырья, так и готовой продукции. При этом производительность зависит от целого ряда производственных и организационно-технологических факторов: состава и крупности лесонасаждений, грунтовых условий и рельефа местности, применяемой технологии и организации труда, технического состояния машины и т.д. При прочих равных

условиях машины непрерывного действия будут иметь большую производительность, чем машины периодического действия.

### 5.2.2. Производительность машин и механизмов

Различают производительность машин технически возможную (теоретическую) и действительную (фактическую). Технически возможная производительность зависит в основном от совершенства конструкции машины и может быть определена по формуле:

$$П_T = \frac{T \cdot V}{t_{ц}},$$

где  $T$  – продолжительность работы машины (час, смена и т.д.);  $V$  – объем или масса единицы продукции (если производительность определяется по количеству единиц продукции,  $V=1$ );  $t_{ц}$  – время, необходимое на обработку или перемещение единицы продукции (полуфабриката).

Производительность  $П_T$  характеризует возможности машины при отсутствии потерь времени на подготовительно-заключительные операции, отдых оператора, по организационно-техническим причинам и др. Эти потери времени принято называть **внецикловыми потерями**. Действительная производительность характеризует возможности машины с учетом внецикловых потерь, которые практически неизбежны. Она представляет собой фактическое количество продукции, которое может быть перемещено или обработано машиной за единицу времени:

$$П_д = \frac{T \cdot \phi_1 \cdot V}{t_{ц}},$$

где  $\phi_1$  – коэффициент использования рабочего времени.

Время на обработку или перемещение единицы продукции

$$t_{ц} = t_p + t_x + t_b,$$

где  $t_p$  – время, затрачиваемое на рабочие ходы;  $t_x$  – время, затрачиваемое на холостые ходы;  $t_b$  – время, затрачиваемое на вспомогательные операции (загрузку и разгрузку машины).

Тогда

$$П_д = \frac{T \cdot \phi_1 \cdot V}{t_p + t_x + t_b} \quad (5.7)$$

Для машин периодического действия

$$t_p = \frac{S}{v_p}, \quad t_x = \frac{S}{v_x},$$

где  $S$  – путь перемещения единицы продукции (груза);  $v_p$  – скорость перемещения машины с грузом;  $v_x$  – скорость холостого хода машины.

В машинах непрерывного действия загрузка и разгрузка их производится без остановки и  $t_B=0$ , что и обуславливает их более высокую производительность по сравнению с машинами периодического действия при прочих равных условиях.

Для машин непрерывного действия

$$t_P = \frac{l}{v}, \quad t_X = \frac{l_1}{v},$$

где  $v$  – скорость обработки или перемещения продукции;  $l$  – размер единицы продукции в направлении ее движения;  $l_1$  – расстояние между двумя смежными единицами продукции.

Тогда для этих машин

$$П_d = \frac{T \cdot \varphi_1 \cdot v \cdot V}{l + l_1} \quad (5.8)$$

Если машина выполняет не одну, а, например, две работы с частичным их совмещением по времени или раздельно (например, трелевку и погрузку древесины), общая ее производительность в данном случае равна

$$\ddot{I} = \frac{\ddot{I}_1 \cdot \ddot{I}_2}{\ddot{I}_1 + \ddot{I}_2}, \quad (5.9)$$

где  $П_1$  – производительность машины при выполнении только первой работы (например, трелевки);  $П_2$  – производительность машины при выполнении только второй работы (например, погрузки).

При выполнении машиной двух видов работ в одно и то же время общая производительность машины определяется по формуле (5.7) и (5.8).

### 5.2.3. Производительность поточных линий.

Для выпуска готовой продукции или полуфабриката необходимо выполнить несколько технологических операций на различных машинах (станках), формируемых в поточные линии. Эти линии делятся на три класса: последовательного агрегатирования (рис. 5.1.а); параллельного агрегатирования (рис. 5.1.б); смешанного агрегатирования (рис. 5.1.в).



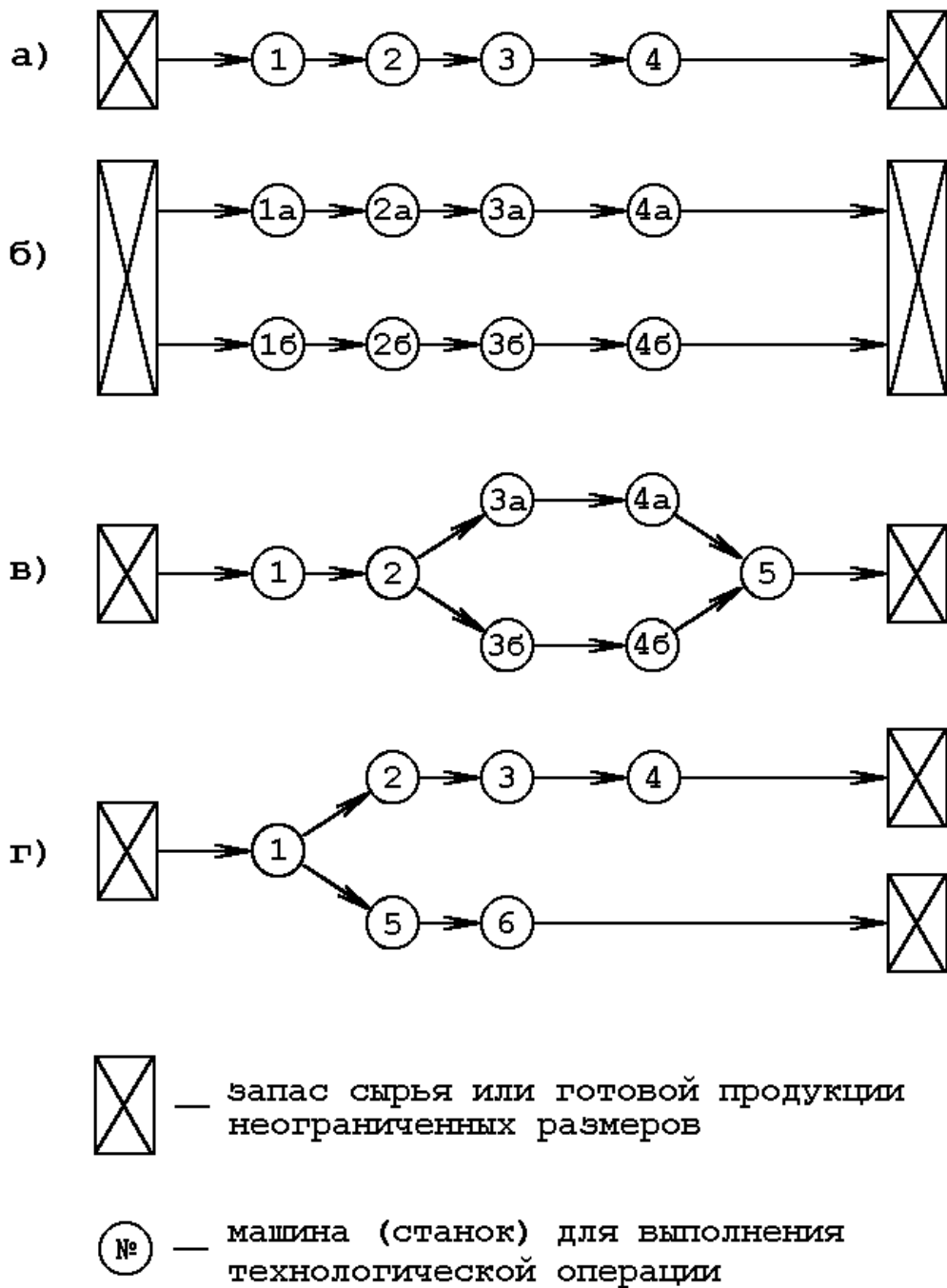


Рис. 5.1. – Виды связей машин (станков) в поточных линиях

## Лекция 6

### 6.1. Критерии эффективности лесной техники

Выбор наиболее эффективной машины (механизма) или системы машин необходимо производить на основе сравнения критериев эффективности, представляющих собой в основном технико-экономические показатели. Критериями эффективности (КЭ) могут быть удельные приведенные

затраты ( $ЗП_y$ ), удельная себестоимость ( $C_y$ ) продукции (полуфабриката), удельные эксплуатационные затраты ( $\mathcal{E}_y$ ), производительность труда ( $\Pi_{\text{чел}}$ ), удельные капитальные вложения ( $K_y$ ) удельная установленная мощность двигателей ( $P_y$ ) на машинах (механизмах), удельная энергоемкость ( $E_y$ ) и некоторые другие.

Наиболее объективным критерием эффективности являются удельные приведенные затраты, так как они учитывают не только эксплуатационные расходы, но и капитальные вложения:

$$ЗП_y = \mathcal{E}_y + E_n K_y$$

где  $\mathcal{E}_y$  – удельные эксплуатационные затраты, руб/м<sup>3</sup>;  $K_y$  – удельные капиталовложения, руб/м<sup>3</sup>;  $E_n$  – отраслевой нормативный коэффициент эффективности капиталовложений.

Сравнительно часто в качестве КЭ используется удельная себестоимость продукции  $C_y$ :

$$C_y = \frac{З + Н + \mathcal{E} + М + 0,01К(p_1 + p_2)}{\Pi_{\text{см}}}, \quad (6.1)$$

где  $З$  – основная зарплата рабочих в смену, руб.;  $Н$  – дополнительная зарплата с начислениями и накладными расходами в смену, руб.;  $\mathcal{E}$  – расходы в смену на топливо и электроэнергию, руб.;  $М$  – расходы в смену на смазочные и вспомогательные материалы, руб.;  $К$  – капиталовложения на машины и оборудование, руб.;  $p_1$  – затраты в смену на текущий и средний ремонт, %;  $p_2$  – отчисления на амортизацию в смену, %;  $\Pi_{\text{см}}$  – сменная производительность оборудования (машин), м<sup>3</sup>/см.

Наряду с  $C_y$  часто в качестве КЭ принимают производительность труда  $\Pi_{\text{чел}}$  (м<sup>3</sup>/человеко-день):

$$\Pi_{\text{чел}} = \frac{\Pi_{\text{см}}}{n},$$

где  $n$  – число основных и вспомогательных рабочих, занятых в смену.

Удельные капиталовложения  $K_y$  и удельную установленную мощность  $P_y$  тоже иногда используют в качестве критерия эффективности:

$$K_y = \frac{K}{\Pi_{\text{см}} D_{\text{см}}}; \text{ и } P_y = \frac{P}{\Pi_{\text{см}} D_{\text{см}}},$$

где  $P$  – общая установленная мощность двигателей на основном и вспомогательном оборудовании (машинах), кВт;  $D$  – число рабочих смен в году.

Критерием эффективности может быть удельная энергоемкость  $E_y$ :

$$E_y = \frac{PTk_c}{\Pi_{\text{см}}}, \quad (6.2)$$

где  $T$  – продолжительность смены, ч;  $k_c$  – коэффициент спроса.

В отдельных случаях могут приниматься и другие критерии эффективности.

## **6.2. Малоотходные технологии лесосечных работ на рубках главного и промежуточного пользования и условия их применения**

При традиционной технологии и технике лесозаготовок используется в основном стволовая древесина, что составляет в среднем 62...65% биомассы дерева, а остальная часть остается на лесосеках. В дальнейшем находят применение частично сосновые пни и отходы лесозаготовок.

Рациональное и более полное использование биомассы дерева возможно при применении малоотходных (а лучше безотходных) технологий лесозаготовок.

**Малоотходная технология лесозаготовок** – это система технологических процессов, позволяющая вовлекать в сферу производства не только ликвидную древесину, но и значительную часть неликвидной, и обеспечивающая использование надземной биомассы дерева на 80% и более.

Исходя из современных требований к рациональному использованию и экономии лесосырьевых, топливно-энергетических и других материальных ресурсов, размерной и качественной характеристики лесосечного фонда, разработаны и находят практическое применение следующие малоотходные технологии лесосечных работ:

- технология заготовки на лесосеке из целых деревьев топливной или технологической щепы для плитных и гидролизных производств;
- технология заготовки на лесосеке полухлыстов или сортиментного долготья из комлевой части деревьев и топливной или технологической щепы для плитных и гидролизных производств из вершинной части деревьев без удаления кроны;
- технология заготовки на лесосеке товарных хлыстов из крупномерных и средней крупности деловых деревьев и топливной или технологической щепы для плитных и гидролизных производств из сучьев и вершин, удаляемых с деловых деревьев, и из тонкомерных и других деревьев, непригодных для заготовки деловых сортиментов.

**Технологию заготовки на лесосеке щепы из целых деревьев** рекомендуется применять при разработке тонкомерных ( $V_x \leq 0,13 \text{ м}^3$ ) и низко-товарных насаждений, непригодных для выработки деловых сортиментов из стволовой древесины.

Технологический процесс лесосечных работ состоит из трех операций: валки деревьев, трелевки их за комли на погрузочный пункт (верхний склад) и измельчения целых деревьев на технологическую щепу с одновременной подачей ее в контейнер или автощеповоз. Для этого целесообразно использовать легкие бензиномоторные пилы и тракторы на валке и

трелевке, самоходные или передвижные рубильные машины на измельчении деревьев на щепу и автощеповозы на вывозке щепы.

Для более полной загрузки рубильной машины разработку лесосек следует вести укрупненными комплексными бригадами. Лесосеку разбивают на делянки длиной 150...200 м, а делянки при необходимости на пасеки шириной 25 м.

Разработку лесосеки начинают после проведения подготовительных работ. Сначала производят валку и трелевку деревьев в зоне безопасности, а затем приступают к разработке делянок и пасек, начиная с дальнего конца. Деревья валят комлями в направлении трелевки, сначала на ленте под трелевочный волок, а затем на остальных. Трелевку деревьев ведут за комли в той же последовательности, что и валку, соблюдая безопасное расстояние между вальщиками и трелевщиками. Подтрелеванные деревья укладываются на площадке комлями в сторону лесовозного уса и почти перпендикулярно усу, оставляя проход между комлями и лесовозным усом шириной около 5 м для прохода рубильной машины.

После создания запаса деревьев на площадке приступают к их измельчению на щепу с подачей щепы в контейнер или автощеповоз. Для уменьшения содержания древесной зелени в щепе в летнее время целесообразно применять биологическую сушку стрелеванных деревьев, оставляя их лежать на площадке на 12...15 дней. После этого срока для удаления подсохшей древесной зелени необходимо сделать 2...3 прохода трактором по вершинной части штабеля деревьев, затем можно приступать к измельчению. Потребное количество автощеповозов зависит от расстояния вывозки щепы.

В зависимости от конкретных условий операция измельчения деревьев может и не включаться в состав работ, выполняемых комплексной бригадой. Практика показывает, что в некоторых случаях удобно создавать на мастерском участке отдельное рубильно-транспортное звено для производства и вывозки щепы.

**Технологию заготовки на лесосеке сортиментного долготья (полухлыстов) и щепы** целесообразно применять при разработке тонкомерных ( $V_x = 0,14...0,17\text{м}^3$ ) смешанных насаждений, когда из комлевой части стволов можно заготовить деловые сортименты. Она может также найти применение при заготовке и вывозке укороченных хлыстов в связи с ограничениями общей длины лесовозного автопоезда по дорожным условиям.

Данная технология лесосечных работ будет включать следующие операции (в порядке последовательности их выполнения): валку или валку и пакетирование деревьев, трелевку деревьев на верхний склад; раскряжевку комлевой части деревьев на сортиментное долготье (или полухлысты) на верхнем складе пункте с попутной обрезкой отдельных сучьев при

необходимости; погрузку сортиментного долготья на лесоавтопоезда; измельчение вершиной части деревьев (без очистки от сучьев) на щепу с подачей ее в контейнер или автощеповоз. Для выполнения этих операций целесообразно использовать легкие бензиномоторные пилы или валочно-пакетирующие машины, трелевочные тракторы, передвижные или самоходные рубительные машины, челюстные лесопогрузчики или самозагружающиеся лесоавтопоезда, автощеповозы.

Для более полной загрузки рубильной машины разработку лесосеки рекомендуется выполнять укрупненными комплексными бригадами. Погрузку сортиментного долготья (полухлыстов), измельчение вершиной части деревьев и образовавшихся сучьев на щепу целесообразно выделить из состава работ, выполняемых комплексной бригадой.

К разработке лесосеки приступают после проведения подготовительных работ. Технология и последовательность разработки участков аналогичны тем, что и при заготовке щепы из целых деревьев. Однако, если погрузка сортиментного долготья (полухлыстов) будет производиться челюстными лесопогрузчиками, подтрелеванные пачки деревьев необходимо укладывать на площадке не перпендикулярно, а параллельно лесовозному уссу комлями в направлении вывозки, чтобы упростить процесс погрузки. При применении на погрузке сортиментного долготья самозагружающихся автопоездов подтрелеванные пачки деревьев следует укладывать перпендикулярно к лесовозному уссу или под углом, близким к  $90^\circ$ , комлями в сторону уса. Это создает благоприятные условия для погрузки сортиментов и переработки на щепу оставшейся вершиной части деревьев.

После создания запаса деревьев на площадке приступают к заготовке сортиментов из комлевой части и погрузке их на лесовозный транспорт. Затем оставшуюся вершинную часть деревьев измельчают на щепу и доставляют ее потребителю или на склад.

Эта технология применима также при заготовке укороченных хлыстов и в насаждениях с большим средним объемом хлыста, когда по условиям ограничения габаритов лесовозного автопоезда необходима обрезка вершинной части хлыстов.

**Технологию заготовки на лесосеке товарных хлыстов щепы из сучьев, вершин и тонкомерных деревьев** рекомендуется применять при разработке разновозрастных лесонасаждений со средним объемом хлыста  $0,2 \text{ м}^3$  и более. Сущность этой технологии заключается в том, что в процессе валки или трелевки производят подсортировку деревьев на две сортогруппы. В первую включают деревья, подлежащие очистке от сучьев и вывозке хлыстами на нижний склад (условно "крупномерные деревья"), во вторую – тонкомерные и другие деревья, непригодные для заготовки деловых сортиментов (условно "тонкомерные деревья"). Технология рас-

считана на применение традиционных лесозаготовительных машин. Разработку лесосек целесообразно вести укрупненными комплексными бригадами и выделить переработку тонкомерных деревьев вершин и сучьев на щепу из состава работ, выполняемых бригадой. В зависимости от конкретных природно-производственных условий возможны два варианта данной технологии лесосечных работ:

- технология с перекрестной валкой деревьев при первоочередной трелевке "крупномерных деревьев" или же "тонкомерных деревьев";
- технология с поочередной валкой и трелевкой "тонкомерных" и "крупномерных" деревьев.

Разработка делянок ведется аналогично, как и при применении описанных выше малоотходных технологий. Причем независимо от варианта данной технологии деревья каждой сортотипа укладываются в отдельные штабели. "Крупномерные деревья" укладываются на одной площадке параллельно лесовозному уссу комлями в направлении вывозки, а "тонкомерные деревья" – на другой площадке перпендикулярно к лесовозному уссу с оставлением полосы шириной около 5 м между комлями и лесовозным уссом для прохода рубительной машины. Измельчение "тонкомерных деревьев" и образовавшихся сучьев производится после отгрузки товарных хлыстов.

При применении малоотходных технологий система оплаты труда рабочих комплексных бригад и рубильно-транспортного звена должна быть такой, которая бы создавала взаимную заинтересованность всех членов коллектива в максимальном и рациональном использовании древесного сырья на лесосеке.

На рубках промежуточного пользования в зависимости от возраста насаждений разработаны, прошли производственную проверку и могут быть применены следующие малоотходные технологии.

**В молодняках в возрасте 10 лет** и старше целесообразна заготовка на лесосеке из вырубленных деревьев в процессе рубки ухода щепы для подстилки и топлива.

**При первом прореживании** – заготовка на лесосеке деловых сортиментов и дров топливных из комлевой части вырубленных деревьев и технологической или топливной щепы из вершинной части деревьев без удаления сучьев.

**При втором прореживании** – заготовка на лесосеке деловых сортиментов и дров топливных из стволов вырубляемых деревьев и технологической или топливной щепы из сучьев и вершин.

**При проведении санитарных рубок** целесообразна технология с заготовкой на лесосеке деловых сортиментов и дров топливных из стволов вырубляемых деревьев и топливной щепы из сучьев и вершин.

Применение этих малоотходных технологий на рубках промежуточного пользования позволит вовлечь в сферу производства значительное количество неликвидной древесины и таким образом более рационально и полно использовать древесное сырье от рубок ухода.

## Лекция 7

### 7.1 Методика выбора эффективной системы машин, эффективного технологического процесса

При проектировании и организации лесозаготовительного производства приходится решать в числе других следующие две задачи: выбор эффективной системы машин и механизмов для реализации принятого технологического процесса и выбор эффективного технологического процесса для получения конкретной конечной продукции (хлыстов, сортиментов и др.)

Один и тот же технологический процесс или его часть могут быть реализованы несколькими системами машин и оборудования или одна и та же продукция (полуфабрикат) может быть получена по различным технологическим процессам. При этом технико-экономические результаты в каждом конкретном случае будут различными.

Выбор наиболее эффективной системы машин и механизмов или технологического процесса необходимо производить путем сравнения ряда технико-экономических показателей по нескольким вариантам (чем больше сравнивается вариантов, тем точнее выбор). Для этой цели целесообразно использовать следующие основные технико-экономические показатели: производительность труда ( $P_{\text{чел}}$ , м<sup>3</sup>/чел-день.), удельные капитальные вложения ( $K_y$ , руб/м<sup>3</sup>), удельные эксплуатационные ( $\Delta_y$ , руб/м<sup>3</sup>) и удельные приведенные ( $ЗП_y$ , руб/м<sup>3</sup>) затраты. Могут быть использованы дополнительно и другие технико-экономические показатели, например удельная себестоимость продукции или полуфабриката, удельная энергоемкость и др. Все эти показатели необходимо рассчитать по каждому варианту. При этом должна быть соблюдена сопоставимость вариантов, что возможно, когда конечный вид получаемый продукции неизменный, объем производства и средний объем хлыста одинаковы в каждом варианте.

Для выбора эффективной системы машин и механизмов задача решается в следующей последовательности.

1) Исходя из заданных природно-производственных условий и принятого технологического процесса выбирают, какие машины и механизмы могут быть применены для реализации данного процесса и формируют возможные варианты систем машин (3 или 4 варианта и более). Причем если эта задача решается для действующего предприятия, в первом варианте указываются машины, используемые предприятием, и он является базовым.

2) Определяют списочную потребность в машинах и механизмах для выполнения установленного объема работ по видам работ по каждому варианту



$$n_{\text{см}} = \frac{Q}{P_{\text{см}} \cdot T}, \text{ шт} \quad (7.1)$$

где  $Q$  – объем работ,  $\text{м}^3$ ;  $P_{\text{см}}$  – сменная производительность машины (механизма) на данной операции,  $\text{м}^3$ : принимается согласно действующим нормам выработки, а при их отсутствии — рассчитывается;  
 $T$  – время работы одной списочной машины в год, маш–смен:

$$T = D_p \cdot K_{\text{см}} \cdot K_{\text{т.г.}} \cdot K_{\text{о.с.}} \cdot K_p \cdot 1 / K_n,$$

где  $D_p$  – число рабочих дней в году (в сезоне);  $K_{\text{см}}$  – число смен работ машин в сутки;  $K_{\text{т.г.}}$  – коэффициент технической готовности машин;  $K_{\text{о.с.}}$  – коэффициент использования машин на основных работах;  $K_p$  – коэффициент резерва машин;  $K_n$  – коэффициент неравномерности работы предприятия (производственного участка) в течение года по выпуску продукции.

3) Определяют потребность в рабочих и тарифный фонд заработной платы на год (сезон) по видам рабочих профессий (вальщик, тракторист, оператор сучкорезной машины и т.д.). Для этого необходимо знать количество рабочих, обслуживающих машину (механизм) в смену, количество машино-смен работы в сутки и в год (сезон), сменную тарифную ставку одного рабочего по каждой профессии.

Число рабочих, обслуживающих одну машину берется из действующих норм выработки, а при отсутствии – из технических характеристик машин и механизмов.

Число машино-смен работы рассчитывается по формулам:

$$\text{в сутки } n_{i-\text{см}}^{\text{н}} = \frac{Q}{\dot{A}_D \cdot \dot{I}_{\text{н}}}, \quad (7.2)$$

$$\text{в год (сезон) } n_{\text{м-см}}^{\text{г}} = \frac{Q}{P_{\text{см}}}, \quad (7.3)$$

Значения величин даны выше.

4) Определяют производительность труда ( $P_{\text{чел}}$ ,  $\text{м}^3/\text{чел-день}$ ) по каждому варианту по формуле

$$P_{\text{чел}} = \frac{Q}{D_p \cdot n_p^{\text{сут}}},$$

или

$$P_{\text{чел}} = \frac{T_{\text{см}}}{N_1 + N_2 + \dots + N_n},$$

где  $n_p^{\text{сут}}$  – общая потребность в рабочих в сутки, чел: определяется умножением числа рабочих, обслуживающих машину в смену, на число машино-смен работы в сутки по каждой операции;  $T_{\text{см}}$  – продолжительность

смены, час;  $N_1, N_2, \dots, N_n$  – норма времени в человеко-часах на  $1 \text{ м}^3$  на соответствующей операции: принимается согласно действующих норм выработки или рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{T_{\text{см}} \cdot n_{\text{чел}}}{\Pi_{\text{см}}},$$

где  $n_{\text{чел}}$  – количество рабочих обслуживающих одну машину (механизм) в смену.

5) Определяют потребность в капитальных вложениях на приобретение необходимого количества машин и механизмов и удельные капитальные вложения по каждому варианту. Затраты ( $K_{\text{об}}$ ) на приобретение техники определяются умножением балансовой стоимости машины на их количество по каждой операции. Балансовая стоимость ( $\Pi_{\text{б}}$ ) складывается из ее цены по прейскуранту ( $\Pi_{\text{п}}$ ) и затрат на доставку техники и подготовку ее к эксплуатации ( $Z_{\text{дос}}$ ).

$$\Pi_{\text{б}} = \Pi_{\text{п}} + Z_{\text{дос}}$$

Удельные капитальные вложения ( $K_{\text{уд}}$ , руб/ $\text{м}^3$ ) на приобретение техники по вариантам равны:

$$K_{\text{уд}} = \frac{K_{\text{об}}}{Q},$$

где  $K_{\text{об}}$  – общие капитальные вложения на приобретение техники;  $Q$  – объем работ,  $\text{м}^3$ .

6) Определяют общие затраты на содержание машин и механизмов ( $C_{\text{об}}$ ) по вариантам. Для этого необходимо знать затраты на содержание одной машино-смены по каждой машине (механизму) и число машино-смен работы в год (сезон) каждой машины. Затраты на содержание одной машино-смены определяют соответствующими расчетами или принимают по отчетным данным ЛЗП.

Число машино-смен работы в год (сезон) рассчитываются по формуле (7.3).

7) Определяют удельные эксплуатационные ( $\mathcal{E}_{\text{уд}}$ ) или удельные приведенные ( $Z_{\text{пуд}}$ ) затраты в рублях на  $1 \text{ м}^3$  по вариантам:

$$\mathcal{E}_{\text{уд}} = \frac{Z_{\text{об}} + C_{\text{об}}}{Q},$$

$$Z_{\text{пуд}} = \frac{Z_{\text{об}} + C_{\text{об}} + K_{\text{об}} \cdot E_{\text{н}}}{Q},$$

где  $Z_{\text{об}}$  – общий тарифный фонд заработной платы (на год, сезон);  $C_{\text{об}}$  – общие затраты на содержание машин и механизмов;  $K_{\text{об}}$  – общие капитальные вложения на приобретение техники;  $E_{\text{н}}$  – отраслевой нормативный коэффициент окупаемости техники;  $Q$  – объем работ.

8) Производят сравнительный анализ рассчитанных по каждому варианту технико-экономических показателей и выбирают наиболее эффективную систему машин и механизмов. При этом следует отдавать предпочтение таким показателям как производительность труда и удельные приведенные или удельные эксплуатационные затраты.

Для выбора эффективного технологического процесса исходя из заданных природно-производственных условий составляют возможные варианты технологических процессов получения конечной продукции и выбирают машины и механизмы для реализации этих процессов. При этом во всех вариантах конечный пункт концентрации продукции должен быть один и тот же. Далее производят расчеты технико-экономических показателей по каждому варианту аналогично, как и при решении первой задачи, и по ним выбирают наиболее эффективный технологический процесс.

## **7.2. Формы организации труда в лесозаготовительном производстве**

На предприятиях лесной промышленности получила широкое применение бригадная форма организации труда. **Бригада** – это группа рабочих одинаковых или различных профессий, совместно выполняющих единое производственное задание и несущих общую ответственность за результаты работы. Бригады могут быть функциональными и комплексными.

До появления комплексных бригад лесозаготовки велись функциональными бригадами. Для этого создавалось несколько бригад, каждой из которых поручалось выполнение одной из операций технологического процесса (бригада вальщиков, бригада трелевщиков, бригада грузчиков и т.д.). Функциональные бригады работали разобщенно, коллективная заинтересованность бригад в выполнении установленного мастерскому лесозаготовительному участку объема работ отсутствовала. Это приводило к простоям техники и рабочих, обезличке и уравниловке, потерям древесины. Однако разделение труда способствует специализации рабочих, а следовательно и повышению производительности, что является достоинством функциональных бригад. Несмотря на это, в условиях лесозаготовительного производства оказалась целесообразнее организация работы с совмещением профессий по смежным специальностям. Обусловлено это тем, что на лесозаготовках различная трудоемкость выполнения отдельных операций и в этом случае при совмещении смежных профессий обеспечивается более полное использование рабочего времени. Особенно это характерно для лесосечных работ. Поэтому вместо функциональных бригад работы на лесозаготовительных мастерских участках стали выполнять комплексными бригадами. Характерная особенность комплексных бригад – совмещение профессий рабочими, а также взаимопомощь и взаимозаменяемость в работе. В результате снижается утомляемость рабочих, сокращаются простои техники, не требуются

большие межоперационные запасы древесины и повышается коллективная заинтересованность всех членов бригады в выполнении производственного задания, что позволяет достигнуть производительности труда на 10...15% выше, чем в функциональных бригадах.

Организация труда комплексными бригадами эффективна, когда каждый член бригады владеет двумя-тремя специальностями, так как только в этом случае он сможет помочь в работе членам бригады, которые более загружены. Дневная выработка учитывается по конечной операции работ, выполняемой бригадой.

Лесосечные работы могут выполняться малыми комплексными, укрупненными комплексными и сквозными комплексными бригадами.

**Малая комплексная бригада** организуется на базе одной трелевочной машины и в зависимости от принятого типа технологического процесса и применяемых машин и оборудования выполняет весь комплекс основных лесосечных работ. Погрузка хлыстов или сортиментов на лесовозный транспорт, как правило, не входит в состав работ, выполняемых комплексной бригадой. Численный состав малых комплексных бригад зависит от типа трелевочной машины и вида погружаемой древесины на лесовозный транспорт.

При машинном способе производства лесосечных работ они обычно выполняются укрупненными комплексными бригадами.

**Укрупненная комплексная бригада** организуется на базе двух и более трелевочных или погрузочно-транспортных машин, чем и отличается от малой комплексной бригады. Кроме того, укрупненная комплексная бригада может работать в одну, две и даже три смены. При многосменной работе бригады в первую смену производится в основном валка деревьев и очистка их от сучьев и раскряжевка, а также трелевка (подвозка) с участков со сложным рельефом, слабыми грунтами и ли густым подростом. Во вторую смену производят только трелевку древесины. Погрузка древесины, как правило, не входит в состав работ, выполняемых бригадой. При необходимости, укрупненные комплексные бригады разбиваются на звенья.

В укрупненных комплексных бригадах производительность труда выше, чем при других формах организации труда, благодаря возможности более рационального использования техники и рабочего времени. Время перебазирования сокращается до минимума, и ликвидируются внутрисменные простои благодаря возможности маневрирования машинами и рабочими.

Укрупненные комплексные бригады, как правило, работают на хозрасчетных началах по бригадному подряду, для чего бригаде выдается наряд-задание, в котором приводятся производственный план бригады, показатели

использования машин, расход ТСМ и других материалов, показатели по труду и зарплате.

**Сквозная комплексная бригада** отличается от рассмотренных выше бригад тем, что она выполняет комплекс работ, начиная от валки деревьев и кончая разгрузкой лесовозного транспорта на нижнем складе. Таким образом, в состав сквозной комплексной бригады входят еще один-два водителя лесовозных автомобилей, в зависимости от расстояния вывозки. Разработка лесосек сквозными комплексными бригадами организуется обычно при вывозке древесины на упрощенные нижние склады лесовозными автопоездами, оборудованными устройствами для самопогрузки и саморазгрузки, а также при прямой вывозке древесины тракторами.

При машинном способе производства лесосечных работ и заготовке сортиментов на лесосеке, наряду с бригадной может применяться и индивидуальная форма организации труда, сущность которой заключается в том, что один рабочий выполняет несколько видов работ (например, валку деревьев, очистку их от сучьев, раскряжевку хлыстов). Индивидуальная форма организации труда применяется в основном в период освоения новой техники. В других случаях кроме бригадной применяется звеньевая форма организации труда.

На нижних лесных складах для выполнения нескольких видов работ организуют просто комплексные бригады (бригада для раскряжевки хлыстов на сортименты и сортировки сортиментов, бригада для штабелевки и отгрузки лесоматериалов и др.).

## Лекция 8

### ВАЛКА ЛЕСА

#### 8.1. Виды и назначение работ, выполняемых на лесосеке

Чтобы заготовить древесину на лесосеках, приобретенных в рубку, необходимо выполнить следующие виды работ: подготовительные работы к лесозаготовкам, основные лесосечные работы, заключительные и вспомогательные работы.

**Подготовительные работы** проводятся до начала разработки лесосеки (до начала заготовки древесины на лесосеке) с целью создания необходимых условий для высокопроизводительной и безопасной работы на основных лесосечных работах. К работам по подготовке лесосек к разработке относятся подготовка территории лесосек к рубке, устройство погрузочных пунктов (верхних складов), обустройство мастерских участков, строительство лесовозных усов, подготовка деревьев к биологической сушке на корню. Проведение требуемых видов подготовительных работ обязательно, их выполнение оформляется соответствующим актом.

**Основные лесосечные работы** – это работы, в результате выполнения которых происходит заготовка древесины требуемого назначения и в требуемом количестве. К ним относятся валка деревьев, очистка деревьев от сучьев, раскряжевка хлыстов на сортименты, подсортировка и штабелевка древесины и погрузка ее на лесовозный транспорт. Эти работы выполняются только после проведения на лесосеке подготовительных работ.

К **заключительным работам** относятся работы по очистке лесосек от отходов лесозаготовок и переработке их, а также тонкомерных и других деревьев, непригодных для заготовки деловых сортиментов, на щепу. Очистка лесосек после их разработки является обязательной и проводится с целью создания благоприятных условий для выполнения работ по возобновлению леса, обеспечения пожарной безопасности и санитарных требований. Очистка лесосек производится обычно после их разработки, но может производиться рабочими комплексных лесозаготовительных бригад и в процессе их разработки.

**Вспомогательные работы** проводятся в ходе выполнения основных лесосечных работ и направлены на обеспечение бесперебойной работы машин и механизмов на основных лесосечных работах. К таким работам относятся техническое обслуживание и текущий ремонт машин и механизмов, материально-техническое снабжение мастерских участков (доставка топливо-смазочных материалов и т.д.), перевозка рабочих на лесосеку и обратно, уход за трелевочными волоками и другие работы, задачей которых является обслуживание основного производства. Из них наиболее

важны работы по техническому обслуживанию и текущему ремонту машин, механизмов и такелажа.

## **8.2. Способы механизированной валки деревьев**

Технологический процесс заготовки древесины начинается с валки деревьев. Применяют два способа валки деревьев: с корнями и без корней.

Валка деревьев с корнями пока не получила широкого применения и производится лишь при расчистке площадей от леса для строительства дорог, складов и поселков, под сельскохозяйственные угодья и др. Для валки деревьев с корнями применяют бульдозеры, корчеватели и другие специальные машины. Но эти машины не обеспечивают очистку корневой системы от почвы. И чтобы использовать стволую часть, производят отделение корневой системы от ствола.

В связи с растущим дефицитом древесного сырья валка деревьев с корнями является перспективной. Но для ее широкого применения требуется решить ряд сложных технических проблем: возможность валки деревьев с корнями в зимнее время, очистки корневой системы от минеральных примесей, транспортировки стволов деревьев с корнями, переработки пней и корней и др.

Валка деревьев без корней, т.е. отделением ствола дерева от корневой системы, получила широкое применение. Она может выполняться бензиномоторными цепными пилами и машинами (валочными, валочно-пакетирующими, валочно-трелевочными и др.). Пока преобладает валка деревьев бензиномоторными пилами, но в этом случае механизмуется только спиливание дерева. Поэтому валка деревьев бензиномоторными пилами с оставлением низких пней является трудоемкой, тяжелой и небезопасной операцией.

Валка деревьев бензиномоторными пилами может производиться одним рабочим (без помощника) и двумя. Валка деревьев одним рабочим разрешается в равнинной местности при наличии у рабочего специального приспособления для сталкивания спиленного дерева с пня (валочной лопатки, гидроклина и др.). В сероольховых насаждениях порослевого происхождения, при глубине снежного покрова 0,6 м и более, на рубках ухода и в некоторых других случаях валка деревьев бензиномоторными пилами должна производиться только двумя рабочими

При машинной валке деревья срезаются также цепными пильными механизмами и ограниченно применяются срезающие устройства с ножами силового резания, а также дисковые фрезы и пилы. Деревья можно срезать струей воды высокого давления, лучем лазера, с помощью взрыва и др. Но эти способы пока еще не разработаны до промышленного применения.

## **8.3. Валка деревьев бензиномоторными пилами**

### **8.3.1. Общая характеристика бензиномоторных пил**

### **и особенности их конструкций**

Бензиномоторные цепные пилы применяются в основном на лесосечных работах для валки и очистки деревьев от сучьев, раскряжевки хлыстов на сортименты, обрезки воста по габариту, при выполнении подготовительных работ и очистке лесосек от отходов лесозаготовок. По назначению они подразделяются на специализированные и универсальные. К специализированным пилам относятся те, которые используются без переналадки только на одной операции, в основном на валке деревьев. Для удобства работы они выполняются с высоким расположением рукояток.

Универсальные пилы имеют низкое расположение рукояток и их можно применять без переналадки на нескольких операциях (валке, очистке деревьев от сучьев и (или) раскряжевке хлыстов). Они, как правило, не имеют редуктора и снабжены тормозом пильной цепи.

Бензиномоторная пила состоит из двигателя, муфты сцепления, редуктора, пильного аппарата, рамы с рукоятками, или ручек, тормоза пильной цепи и стартера.

В качестве двигателей бензиномоторных пил используются одноцилиндровые карбюраторные двигатели с воздушным охлаждением мощностью 1,2...8,6 кВт. Пилы мощностью до 2,1 кВт считаются любительскими или "легкого" класса. Пилы мощностью более 2,1 кВт до 4 кВт относятся к пилам "среднего" класса, предназначены для выполнения лесозаготовительных работ и считаются профессиональными. Пилы с мощностью двигателя более 4 кВт относятся к классу "тяжелых", рекомендуются для валки крупномерного леса и твердых пород. С целью снижения массы пилы применяют двигатели с повышенной степенью сжатия и частотой вращения коленчатого вала до 13000 мин<sup>-1</sup>. Картер двигателя делается герметичным, так как рабочая смесь всасывается в цилиндр через картер.

Карбюраторы в современных бензиномоторных пилах беспоплавковые, с подкачивающим топливным насосом и следящей системой забора топлива из бензобака, что обеспечивает работоспособность пилы в любом положении.

Бензиномоторные цепные пилы изготавливаются с редуктором и без него, что значительно снижает массу пилы. Но наличие, как правило, одноступенчатого конического редуктора позволяет при необходимости поворачивать пильный аппарат вокруг своей оси, перенастраивая пилу без изменения положения двигателя для работы в режиме валки или раскряжевки.

Основными ведущими фирмами в Европе, производящими универсальные цепные бензиномоторные пилы, являются "STIHL" (Германия) и скандинавский концерн "Электролукс", выпускающий пилы марок "HUSQVARNA", "JONSERED" и др. Кроме того, российские фирмы выпускают специализированные бензиномоторные пилы Урал-70, Урал-2Т "Электрон" и Дружба-4М "Электрон" с высоким расположением рукояток и универсальные пилы Тайга-245 и Урал-44. Перечисленные выше пилы находят



применение в Беларуси и других странах СНГ. В Беларуси в последнее время отдается предпочтение пилам фирмы "STIHL" и "HUSQVARNA", так как они отличаются высокой надежностью, безопасностью в эксплуатации, легкостью запуска двигателя.

Особенностью конструкций российских специализированных пил является то, что они снабжены коническим редуктором, имеют съемный стартер для запуска двигателя и высокое расположение рукояток. Конический редуктор позволяет быстро установить пильный аппарат в положение валки или раскрывки без изменения положения двигателя и рукояток пилы, а высокое расположение рукояток обеспечивает более удобную позу рабочего при работе и уменьшение нагрузки на позвоночник и, как следствие, меньшую утомляемость.

Работоспособность и производительность бензиномоторной пилы во многом зависит от пильной цепи – главного элемента пильного аппарата. От режущих свойств и конструкции пильной цепи зависит и область применения пилы.

Наибольшее применение получили цельноштампованные трехрядные неразборные пильные цепи двух типов по форме режущих зубьев:

- с зубцами Г-образного профиля сложной формы, выполняющими всю работу по образованию дна и стенок пропила и транспортированию опилок;
- с плоскими зубцами, каждый из которых выполняет определенную работу при пилении.

По шагу цепи по заклепкам пильные цепи подразделяются на:

- мелкозвенные с шагом до 15 мм;
- крупнозвенные с шагом свыше 15 мм.

Мелкозвенные пильные цепи применяются в переносных моторных пилах, крупнозвенные – в механизмах срезания лесозаготовительных машин. Они сконструированы по одному принципу и выпускаются с шагом 6,35, 8,25, 9,32, 10,26, 12,2, 15, 18,3, 20 мм. Чем меньше шаг по заклепкам, тем более плавно движется пильная цепь. Российские пильные цепи имеют торговую марку ПЦУ и ПЦП (например ПЦУ-10,26), зарубежные – STIHL-OILOMATIC, OREGON, H30...H64 и др., которые включают большое число модификаций (отличаются типом цепи, шагом и толщиной ведущего звена), но в ряде случаев могут быть взаимозаменяемы.

### **8.3.2. Приспособления для направленной валки деревьев**

Каждое дерево, как предмет труда имеет неповторимые параметры: развитость и асимметричность кроны; диаметр, высоту, наклон ствола; пороки. Поэтому валка деревьев – трудоемкая и небезопасная операция, требующая от вальщика высокой квалификации и внимания. Чтобы обеспечить безопасность, вальщик должен производить направленный повал деревьев без больших физи-

ческих усилий и затрат времени. Для этих целей используются различные приспособления. Выбор их конструкции зависит от крупности спиливаемых деревьев и способа валки (одиночный или двумя рабочими).

Валочные приспособления по месту приложения сталкивающей силы можно подразделить на две группы: с приложением усилия в плоскости спиливания и выше плоскости спиливания. Совершенство сталкивающего приспособления определяется его грузоподъемностью, возможной высотой подъема комля, массой и размерами, а также усилием рабочего.

Основным видом валочных приспособлений являются приспособления с приложением усилия сталкивания в плоскости спиливания: простые клинья (из легких сплавов или ударостойкой пластмассы); валочные лопатки (ножные и ручные, в том числе для валки и перемещения или кантовки бревен); гидравлические клинья и гидродомкраты .

При одиночной валке применяют: валочные лопатки для сталкивания деревьев небольшого диаметра (до 0,25 м), гидравлические клинья – деревьев средней крупности (диаметр от 0,6 м), а гидродомкраты – для сталкивания крупномерных деревьев. При валке деревьев двумя рабочими (вальщиком и помощником) могут применяться валочные вилки (иногда в сочетании с рычагом). В этом случае сталкивающее усилие прилагается выше плоскости спиливания.

#### 8.4. Расчет производительности цепных моторных пил

Производительность цепных моторных пил на валке деревьев или раскряжевке хлыстов в кубометрах в смену может быть определена по формуле

$$P_{\text{см}} = \frac{(T_{\text{см}} - t_{\text{п-з}}) \cdot \varphi_1 \cdot V_{\text{хл}}}{(\pi \cdot d^2 \cdot k_1 / 4 \cdot P_{\text{пил}} \cdot \varphi_2) \cdot n}, \quad (8.1)$$

где  $T_{\text{см}}$  – продолжительность рабочей смены, ч;  $t_{\text{п-з}}$  – время на выполнение подготовительно-заключительных операций;  $\varphi_1$  – коэффициент использования пилы по времени:  $\varphi_1 = 0,3 \dots 0,8$ ;  $V_{\text{х}}$  – средний объем хлыста,  $\text{м}^3$ ;  $d$  – средний диаметр дерева в месте спиливания (при валке), или средний диаметр пропила (при раскряжевке), м;  $k_1$  – коэффициент, учитывающий увеличение площади пропила за счет подпила,  $k_1 = 1,15 \dots 1,25$ ;  $P_{\text{пил}}$  – производительность чистого пиления цепной пилы,  $\text{м}^2/\text{с}$ ;  $\varphi_2$  – коэффициент использования производительности чистого пиления пилы: на валке  $\varphi_2 = 0,6$ ; на раскряжевке  $\varphi_2 = 0,7 \dots 0,8$ ;  $n$  – количество пропилов, приходящихся на одно дерево (хлыст): при валке дерева  $n = 1$ .

Производительность чистого пиления является важным параметром процесса пиления, зависит в основном от мощности двигателя и вида режущего инструмента.

## Лекция 9

### 9.1. Валка деревьев машинами

#### 9.1.1. Способы машинной валки и пакетирования деревьев

Машинная валка деревьев включает спиливание и сталкивание или снятие его с пня. Для этого используются как специализированные валочные машины, так и многооперационные, выполняющие кроме валки, другие операции технологического процесса. Все эти машины подразделяются на два типа: узкозахватные (рычажные) и широкозахватные (манипуляторные). Тип машины во многом определяет способ валки и пакетирования деревьев.

Машинная валка деревьев может сопровождаться расщепами и сколами в комлевой части ствола, которые снижают качество выпиливаемых из нее сортиментов. Количество и величина дефектов зависят от взаимодействия срезающего и сталкивающего устройств, конструкции механизма резания. Для сталкивания спиленного дерева в заданном направлении машины оснащаются специальными устройствами.

Спиливание дерева возможно следующими способами: напроход с расположением реза в одной плоскости; двумя резами, расположенными в одной плоскости, с оставлением недопила (перемычки); двумя или тремя резами, расположенными в двух и более плоскостях.

Спиливание дерева напроход с расположением реза в одной плоскости получило в настоящее время наиболее широкое применение благодаря простоте спиливания, возможности применения несложных конструкций срезающих механизмов и сокращенному циклу обработки одного дерева. При этом возможны два способа: спиливание дерева и сталкивание его с пня; спиливание дерева и снятие его с пня.

При пилении первым способом валки деревьев возможны сколы и отщепы в комлевой части ствола по линии п-п при сталкивании дерева с пня и падение дерева в произвольном направлении. С применением упора указанные дефекты валки уменьшаются.

Способ валки дерева спиливанием его напроход и снятием с пня манипулятором обеспечивает бездефектную валку и он находит широкое применение. Чтобы избежать зажима срезающего устройства во время пиления, дерево натягивается манипулятором. Поэтому машина должна иметь большую массу для обеспечения устойчивости, особенно при валке крупных деревьев на большом вылете стрелы.

Спиливание деревьев двумя резами, расположенными в одной плоскости, с оставлением недопила обеспечивает временную устойчивость дерева, направленную и бездефектную валку при незначительном усилии сталкивания. Но при этом способе валки требуется большое число устано-

вочных операций и более сложный по конструкции срезающий механизм и он практического применения не получил.

Спиленные машиной деревья могут укладываться на землю или пакетформирующее устройство машины. Валка деревьев без формирования их в пачки производится, когда на трелевке применяются трелевочные тракторы с чокерным оборудованием и тракторы для бесчокерной трелевки с гидроманипулятором. В других случаях целесообразнее производить пакетирование срезанных деревьев, что сокращает время на формирование пачки требуемого объема трелевочной машиной. Необходимо стремиться, чтобы объем сформированной пачки деревьев равнялся рейсовой нагрузке трелевочной машины (или был кратным), что позволяет применить на трелевке подборщики-трелевщики пачек. При формировании пачки деревьев в полупогруженном положении в пакетформирующее устройство машины укладываются их комли, которые закрепляются при перемещении машины в процессе формирования пачки.

Возможны несколько способов доставки деревьев в пакетформирующее устройство: переносом гидроманипулятором спиленных деревьев; подтаскиванием гидроманипулятором комлей спиленных деревьев в поднятом положении; подъемом комлей спиленных деревьев приемно-погрузочным рычагом машины.

В зависимости от способа доставки спиленных деревьев в пакетформирующее устройство выбирают соответствующий способ сталкивания дерева с пня.

### **9.1.2. Валочные и валочно-пакетирующие машины и особенности их конструкций**

**Валочные машины (ВМ)** являются специализированными (однооперационными) и в зависимости от места расположения технологического оборудования могут быть фронтальными или фланговыми, то есть с боковым расположением оборудования. ВМ делятся на два типа: рычажные и манипуляторные. В странах СНГ находят применение фланговые рычажные ВМ, а в Канаде и США – фронтальные, за один проход осваивающие полосу леса шириной до 2,5 м. Их относят к группе узкозахватных машин. В процессе валки леса такая машина практически должна подъезжать к каждому дереву, что создает определенные трудности и ведет к уничтожению подроста. По этой причине их применение при проведении рубок главного и промежуточного пользования ограничено, но они могут использоваться для разрубки просек при строительстве дорог, линий связи и электропередач, трасс нефте- и газопроводов, в условиях техногенного загрязнения лесов и в зонах стихийных бедствий.

ВМ рычажного типа состоит из базового трактора и навесного технологического оборудования, установленного на раме трактора, и включает

следующие основные узлы: механизм срезания дерева с подвеской; механизм направленного повала дерева; нож-толкатель бульдозерного типа со снегоочистителем; ограждение кабины; гидросистему; а в машинах, оснащенных пакетоформирующим устройством (ПФУ) – рычаг для подачи., выпускается в РФ, снабжена цепным пильным механизмом консольного типа, которым, по конструкции аналогичен пильному аппарату бензиномоторных пил.

Машина ВМ-4 рычажного типа, предназначена для валки деревьев в незахламленных лесонасаждениях со средним объемом хлыста 0,5 м<sup>3</sup> и более при сплошных рубках на лесосеках, где отсутствует жизнеспособный подрост или не требуется его сохранять. Она снабжена технологическим рычагом для переброски комлей спиленных деревьев на правую сторону машины, чтобы обеспечить при необходимости беспрепятственный проход машины вдоль стены растущего леса для валки деревьев на очередной ленте. При этом создаются благоприятные условия для работы трелевочной машины.

В Канаде и США находят применение валочные машины фронтального типа с ножевыми срезающими устройствами, позволяющими срезать деревья диаметром у пня до 0,6 м<sup>3</sup>.

**Валочно-пакетирующие машины (ВПМ)** получили широкое применение на лесозаготовках как в странах СНГ так и в странах дальнего зарубежья. Применяются полноповоротные ВПМ манипуляторного типа. Они позволяют осваивать за один проход полосу леса шириной до 20 м, в значительной мере сохранять жизнеспособный подрост и при необходимости производить выборочную валку деревьев. Такие ВПМ относятся к группе широкозахватных машин и позволяют с одной стоянки спиливать несколько деревьев.

ВПМ манипуляторного типа состоит из базового гусеничного (в основном) или колесного трактора и навесного технологического оборудования, смонтированного на платформе, установленной на раме трактора.

Навесное технологическое оборудование предназначено для валки и пакетирования деревьев и состоит из основания, поворотной платформы, манипулятора, захватно-срезающего устройства (ЗСУ), гидросистемы и кабины оператора.

Манипулятор – полноповоротный, двухсекционный, шарнирно-сочлененный и состоит из стрелы и рукояти. Таким манипулятором можно осваивать за один проход полосу леса шириной, равной двойному вылету манипулятора.

Пильный механизм– цепной, консольного типа и по конструкции аналогичен пильному аппарату бензиномоторных пил. В некоторых ВПМ пильный механизм выполнен в виде дисковой фрезы.

В настоящее время в странах СНГ применяются ВПМ ЛП-19А, ЛП-19Б, ЛП-19В, ЛП-60-01А в опытным порядке эксплуатируются машины МЛ-119А, МЛ-135.

Машины ЛП-19Б, ЛП-19В предназначены для валки деревьев и формирования их в пачки на земле в насаждениях с  $V_{\text{хл}}=0,3...0,8 \text{ м}^3$  с диаметром стволов деревьев на высоте груди до 60 см на лесосеках, расположенных в равнинной местности (уклон не более  $8^\circ$ ) с удовлетворительной и хорошей несущей способностью грунтов. Но ЛП-19Б лучше сохраняет лесную среду из-за увеличенного (до 9,9 м) вылета манипулятора. Машины выполнены на уширенном шасси трелевочного трактора ТТ-4 с использованием поворотной платформы от экскаватора ЭО-4/24. Машина ЛП-19В оснащена унифицированной поворотной платформой (возможны пневмоколенный и болотоходный варианты компоновки транспортно-энергетического модуля). По желанию заказчика она может быть оснащена несколькими типами рабочего органа: ЗСУ; ЗСУ с накопителем срезанных тонкомерных деревьев; ЗСУ с ножевым органом либо с дисковой фрезой; погрузочным оборудованием. Разработана новая машина с выравнивателем полноповоротной платформы. Такая машина способна работать на склонах с уклоном до  $30^\circ$ , то есть в холмистой и горной местности.

ВПМ МЛ-119А и МЛ-135 имеют те же назначение и условия применения, что машины типа ЛП-19. Машина ЛП-60-01А предназначена для сплошных и несплошных рубок, в насаждениях с  $V_{\text{хл}} \leq 0,3...0,8 \text{ м}^3$ . Она имеет меньшие габариты, цельнометаллическую кабину с ударопрочными стеклами и хорошим обзором, регулируемое кресло.

Среди зарубежных ВПМ манипуляторного типа большим спросом на мировом рынке пользуются машины "FMG Timberjek", имеющие в основном гусеничный движитель с шириной гусениц от 600 до 1118 мм. Благодаря этому они приспособлены для работы на лесосеках с низкой несущей способностью грунтов и имеют среднее давление на грунт от 30 до 64 кПа. ВПМ различных модификаций этого концерна серии 600 эффективно работают как на рубках промежуточного, так и главного пользования, имеют мощности двигателей от 100 до 175 кВт, максимальный вылет манипулятора от 7 до 8,5 метра. Двигатель у этих машин расположен внизу между гусеницами для максимальной устойчивости и для исключения его вращения вместе с поворотной платформой. Это значительно уменьшает их габариты и делает машины более маневренными при несплошных рубках. Отличительной особенностью данных машин является наличие наклонного механизма, с помощью которого при уклонах до 50% ЗСУ и кабина вместе с поворотной платформой выравниваются до горизонтального положения и могут работать на максимальном вылете манипулятора с обеих сторон машины.

Конструкции ЗСУ зарубежных ВПМ, как правило, позволяют накапливать спиленные деревья даже у неманипуляторных машин, то есть с непосредственной навеской ЗСУ на базовый трактор.

В качестве режущего органа на зарубежных ВПМ наряду с пильными цепями применяют высокоскоростные дисковые пилы постоянного вращения, дисковые фрезы, режущие ножи силового резания. Все зарубежные ВПМ отличает повышенная комфортность управления и более высокая цена.

### 9.1.3. Расчет производительности валочных и валочно-пакетирующих машин

На лесозаготовках нашли применение ВМ и ВПМ циклического действия, производительность которых в ( $\text{м}^3/\text{см}$ ) может быть определена по формуле

$$\Pi = \frac{(T - t_{\text{п-3}}) \cdot \varphi_1 \cdot V_{\text{п}}}{\frac{10000 \cdot V_{\text{п}}}{Q_{\text{га}} \cdot b \cdot v} + \left( t_2 + \frac{V_{\text{х}}}{\varphi \cdot \Pi_{\text{пил}} \cdot f \cdot (H - 1,3)} + t_4 + t_5 \right) \cdot \frac{V_{\text{п}}}{V_{\text{х}}} + t_6}, \quad (9.1)$$

где  $T$  – продолжительность смены, с;  $t_{\text{п-3}}$  – время на выполнение подготовительно-заключительных операций, с ( $t_{\text{п-3}} \approx 3800$  с);  $\varphi_1$  – коэффициент использования рабочего времени;  $V_{\text{п}}$  – средний объем формируемой пачки,  $\text{м}^3$ ;  $V_{\text{х}}$  – средний объем хлыста,  $\text{м}^3$ ;  $Q_{\text{га}}$  – ликвидный запас древесины на 1 га,  $\text{м}^3$ ;  $b_{\text{л}}$  – ширина полосы леса, разрабатываемая машиной за один проход, м;  $v_{\text{дв}}$  – средняя скорость движения машины при переездах с одной рабочей позиции на другую (от одного дерева к другому для ВМ), м/с;  $t_2$  – время на подготовку дерева к спиливанию, с;  $\Pi_{\text{пил}}$  – производительность чистого пиления срезающего механизма,  $\text{м}^2/\text{с}$ ;  $\varphi_2$  – коэффициент использования производительности чистого пиления срезающего механизма:  $\varphi_2 = 0,7 \dots 0,8$ ;  $f$  – видовое число ствола дерева, зависящее от коэффициента его формы;  $H$  – высота дерева;  $t_4$  – время на стелкивание (повал) спиленного дерева, с;  $t_5$  – время на укладку дерева в пакетформирующее устройство (включая и время на открытие и закрытие устройства) или на землю, с;  $t_6$  – время на сброску сформированной пачки с машины на землю и выравнивание комлей, с.

Для узкозахватных (рычажных) валочных машин типа ВМ-4, не имеющих пакетформирующего устройства,  $V_{\text{п}} = V_{\text{х}}$  и  $t_6 = 0$ . Машина ЛП-19Б формирует пачки на земле, средний их объем зависит от запаса на 1 га и характеризуется данными таблицы.

Запас леса на 1 га ( $Q_{\text{га}}$ ), $\text{м}^3$	140	160	180	200	220	240
Средний объем формируемой пачки ( $V_{\text{п}}$ ), $\text{м}^3$	1,05	1,20	1,35	1,50	1,65	1,80

Объем пачки, формируемой другими валочно-пакетирующими машинами (или работающими в режиме валка-пакетирования), зависит от марки машины, среднего объема хлыста. Для ЛП-58  $V_{\text{п}} \leq 8 \text{ м}^3$ ; ВМ-4Б  $V_{\text{п}} \leq 10 \text{ м}^3$ .

Из формулы (9.1) видно, что на производительность ВМ и ВПМ влияют следующие факторы: средний объем хлыста; запас древесины на 1 га; ширина полосы леса, разрабатываемая машиной за один проход; скорость движения машины при переездах с одной рабочей позиции на другую; производительность чистого пиления срезающего механизма. Причем наиболее значимое влияние оказывает средний объем хлыста, так как время на спиливание более крупного дерева увеличивается незначительно, а прирост объема заготовленной древесины за это время – интенсивно. С увеличением запаса древесины на 1 га и ширины полосы леса, разрабатываемой машиной за один проход, производительность машины возрастает, так как с одной рабочей позиции ВПМ спилит больше деревьев и в результате сократится за смену общее время на переезды машины с одной позиции на другую. С увеличением запаса древесины на 1 га производительность не манипуляторной ВМ возрастает потому, что сокращается время на переезды от одного дерева к дереву. По этой же причине увеличивается производительность машины и при возрастании скорости движения машины при переездах с одной рабочей позиции на другую. Возрастание производительности машины с увеличением производительности чистого пиления срезающего механизма происходит в связи с тем, что сокращается время на спиливание дерева и машина за смену заготовит большее количество древесины.



## Лекция 10

### 10.1 Способы разработки лесосек бензиномоторными пилами

Способы разработки лесосек бензиномоторными пилами различны и зависят от типа трелевочных средств, способа трелевки, размеров пасек, состава лесонасаждений, почвенно-грунтовых условий, наличия и размеров жизнеспособного подроста ценных пород и др. Соблюдение правильно выбранного способа валки для конкретных природно-производственных условий позволяет не только обеспечить более безопасные и производительные условия труда, но и уменьшает отрицательные воздействия лесозаготовительного процесса на окружающую среду.

Валка деревьев на лесосеках (делянках, пасеках) может производиться различными методами. Наибольшее применение как при тракторной, так и при трелевке древесины канатными установками на рубках главного пользования, получил продольно-ленточный метод валки деревьев.

На лесосечных работах получили применение следующие основные способы разработки лесосек, делянок, пасек.

*Способ узких пасек.* Он применяется при трелевке деревьев или хлыстов за вершины на лесосеках с наличием жизнеспособного подроста хвойных пород высотой 1 м и более или со слабой несущей способностью грунта. Ширина пасеки принимается равной средней высоте древостоя, но не более 30 м.

Волоки шириной 4-5 м прокладывают посередине пасек или по их границам. Валка деревьев начинается с ближнего к лесопогрузочному пункту конца пасеки на волоке вершинами по направлению трелевки. После того, как деревья (хлысты) с волока стрелюют, производят валку и трелевку древесины сначала на одной половине пасеки, а затем на второй. В зависимости от размещения подростка на пасеке и наклона деревьев, они могут быть повалены на любой из смежных с пасекой волоков. При трелевке деревьев в один прием валят деревья в объеме на один рейс трактора. Затем проводят трелевку. Далее весь цикл повторяется. Для удобства чокеровки вершины и сучья обрубает на расстоянии 1,2...2 м от вершины.

При слабой несущей способности грунтов трелевку производят хлыстами. Деревья валят вершиной на волок аналогично как при трелевке деревьев и очищают от сучьев. Сучья используют для укрепления волока.

Применение способа узких пасек позволяет сохранить до 70% подростка на лесосеке. Его можно использовать также при постепенных и выборочных рубках.

*Костромской способ* или способ валки деревьев на подкладочное дерево применяется при трелевке деревьев за комли тракторами на лесосеках с наличием жизнеспособного подростка высотой до 0,7 м в количестве 3

тыс. штук и более на 1 га при удовлетворительной и хорошей несущей способности грунта. Ширина пасек 35...40 м, волока – 4-6 м. Волоки прокладываются посередине пасек. После разработки волока на полупасеках, начиная с дальнего конца, производится валка деревьев на лентах, расположенных под углом к волоку около  $0,78$  рад ( $45^0$ ). Сначала на ленте вдоль ее валят наиболее крупное дерево вершиной на вырубленную часть пасеки комлем в направлении трелевки. Затем на это дерево производится валка всех остальных деревьев на ленте по направлению от волока к границе пасеки так, чтобы вершины деревьев ложились на волок или возможно ближе к нему. В результате комли, лежащие на подкладочном дереве, оказываются приподнятыми. Это облегчает не только чокеровку деревьев, но позволяет сохранять до 65% подроста, имеющегося на лесосеке, так как в процессе формирования пачки деревьев трактором их комли приподняты и перемещаются по подкладочному дереву.

Ширину ленты принимают такой, чтобы запас деревьев на ней соответствовал примерно рейсовой нагрузке трактора. Однако в практике она не превышает 7...8 м, иначе комли поваленных деревьев не будут приподняты, так как их центры тяжести окажутся за пределами подкладочного дерева, сместившись в комлевую сторону.

*Продольно-ленточный способ* применяется при тракторной трелевке за комли или вершины, когда на лесосеке отсутствует жизнеспособный подрост в требуемом количестве или же при искусственном лесовозобновлении.

При трелевке за комли возможны две схемы разработки пасеки лентами шириной 6...8 м, параллельными волоку и ширина пасеки равна 45...50 м; лентами шириной 8...10 м, расположенными под углом  $45...60^0$  к волоку и ширина пасеки равна 40...45 м. По первой схеме деревья на ленте валят под углом  $45...60^0$  к волоку, начиная с дальнего ее конца в один прием на рейс трактора. Длина одного захода вальщика при этом зависит от запаса леса на 1 га, ширины ленты и нагрузки на рейс трактора.

Трактор для формирования пачки при необходимости сходит с волока на ленту, а после ее формирования снова выезжает на волок. По этой причине схему нельзя рекомендовать зимой при глубоком снеге, а летом – при низкой несущей способности грунтов.

По второй схеме ленты разрабатываются последовательно, начиная с дальнего конца пасеки. Деревья валят на ленте под небольшим углом к волоку вершинами в сторону волока. Пачку трактор набирает не сходя с волока. Способ рекомендуется для разработки лесосек с удовлетворительной несущей способностью грунтов, при глубоком снеге или холмистом рельефе местности.

В обоих случаях, когда трелевка производится сразу же после валки деревьев в объеме рейсовой нагрузки трактора, вальщик может выполнять и работу чокаровщика.

*Скандинавский способ* широко распространен в Финляндии, Швеции и некоторых других странах на рубках главного пользования при одиночной валке на местности, позволяющей трелевку хлыстов за вершины. Достоинство метода в том, что стволы поваленных деревьев при обрезке сучьев располагаются на удобной рабочей высоте вершинами на волоке. При этом на волоке создается настил из веток и вершин, а вершины хлыстов удобно группируются для их захвата чокаром.

Вначале выбираются направление волока и ширина пасеки, которая не должна превышать двойной высоты древостоя. Валка деревьев начинается с одной стороны пасечного волока и частично на волоке вершинами в сторону магистрального. В первый прием валится два-три рядом стоящих дерева. На поваленных деревьях обрезаются сучья и на такую же глубину валятся деревья с противоположной стороны волока. В результате формируется пасечный волок.

Далее с одной стороны волока на полупасеке, начиная с ближнего конца, производится валка деревьев в виде "елочки" вершинами по направлению к волоку под углом  $20...60^{\circ}$  на лежащие хлысты, используемые в качестве опорных. Вальщик поочередно с каждого поваленного дерева обрезает сучья. При направленной валке группируется как можно больше вершин и хлыстов вместе. Аналогично работы продолжаются на полупасеке до конца ее разработки. Закончив работы на одной полупасеке, переходят на вторую, где валка деревьев повторяется в том же порядке, начиная с ближнего конца. После завершения валки деревьев и обрезки сучьев хлысты за вершины трелеуются на погрузочную площадку.

*Скандинавский способ по классической схеме* получил широкое применение не только в Скандинавских странах, но и в Республике Беларусь на рубках главного пользования при заготовке на лесосеках сортиментов. По этому способу ширина пасек не превышает, как правило, средней высоты древостоя (около 20 м). Каждая пасека условно делится на пять полос (лент): средняя полоса шириной 4 м предназначена под волок; по обе стороны от нее две полосы шириной по 3 м для складирования (окучивания) заготовленных сортиментов, а за ними по бокам пасеки полосы, свободные от сортиментов. Разработку пасеки начинают с валки двух деревьев справа и двух деревьев слева у границ средней полосы (пасечного волока) с последующей обрезкой сучьев на них, раскряжевкой хлыстов на сортименты и окучиванием сортиментов на боковых полосах. Затем почти перпендикулярно волоку производят валку подкладочного дерева так, чтобы его комель и вершина располагались на окученных сортиментах, а дерево нахо-

дилось на расстоянии 5...10 м впереди от очередной группы деревьев, подлежащих валке. Далее на подкладочный хлыст производят валку намеченной группы деревьев параллельно или под углом к волоку вершинами на волок. Затем на поваленных деревьях производят обрезку сучьев, раскряжевку хлыстов и окучивание сортиментов. После того, как будут спилены и обработаны все деревья, которые можно повалить на подкладочный хлыст, производят раскряжевку подкладочного хлыста и окучивание полученных сортиментов. После этого рабочие переходят вглубь пасеки на 5...10 м и весь процесс повторяется. Закончив разработку одной пасеки, рабочие переходят на вторую и весь процесс повторяется, и так до тех пор, пока не будет разработана делянка (лесосека).

## **10.2. Способы разработки лесосек валочными и валочно-пакетирующими машинами**

Валочные и валочно-пакетирующие машины наиболее целесообразно применять на валке леса в средне- и крупномерных незахламленных лесонасаждениях на лесосеках, концентрированно отведенных в рубку. Каждой машине на лесосеке отводится делянка площадью не менее 5 га. Разработку делянки начинают с валки леса на полосе шириной 25...50 м вдоль лесовозного уса ходами машины, параллельными усу. В месте установки сучкорезной (сучкорезно-раскряжевочной) машины ширину полосы увеличивают еще на 20 м. Полоса необходима для размещения и маневрирования техники и укладки в штабеля деревьев (хлыстов или сортиментов). После разрубки полосы вдоль лесовозного уса производится валка деревьев на основной части лесосеки (делянки).

Узкозахватная ВМ при маневрировании в процессе движения по лесосеке может разрабатывать ленту леса шириной до 3 м. Эта лента должна располагаться слева по ходу машины. При этом возможны следующие способы валки деревьев: с холостыми и без холостых пробегов машины, с перекидыванием комля спиленного дерева на правую сторону машины (только для машины ВМ-4) и без перекидывания.

В целях обеспечения более высокой производительности в насаждениях с хорошей несущей способностью грунтов, а также на хорошо промерзших грунтах целесообразна разработка лесосек с валкой деревьев без холостых пробегов ВМ. Для этого она в процессе валки должна двигаться по кругу, а лесовозный ус иметь кольцевое расположение, или должны прокладываться два параллельных лесовозных уса (с одной и другой стороны лесосеки или делянки).

В лесонасаждениях со слабой несущей способностью грунтов, где требуются значительные затраты труда и средств на строительство лесовозных усов, применяются схемы валки деревьев ВМ с холостыми ходами. Разработка делянки ведется лентами, перпендикулярными или параллельными лесовозному

усу с перекидыванием или без перекидывания комлей деревьев на правую сторону машины. Если валка леса ведется лентами, перпендикулярными к лесовозному усу без создания буферного запаса, необходимо одновременно разрабатывать делянку в двух местах, разбив ее на два участка. На одном из них работает ВМ, на другом – трелевочный трактор. После окончания разработки лент, они меняются и цикл работ повторяется на новых лентах. Это позволяет обеспечить одновременную и безопасную работу на делянке валочной и трелевочной машин. Разработка делянки ВМ начинается с ее дальнего конца.

При валке леса лентами, параллельными лесовозному усу предварительно готовят трелевочные волокна с расстоянием между ними равным длине ленты для набора пачки на рейс трелевочного трактора.

Рабочие движения машины производятся параллельно лесовозному усу, а холостые в направлении перпендикулярном усу. Данная схема рекомендуется на слабых грунтах или при глубоком снежном покрове.

С помощью ВПМ кругового действия возможны следующие основные способы валки и пакетирования деревьев: валка деревьев с укладкой их в пачки, располагаемые под углом  $20...30^\circ$  или  $90^\circ$  к направлению движения машины и сзади машины параллельно направлению ее движения. Обязательным условием при трелевке тракторами с пачковым захватом является расположение пачек комлями в направлении трелевки. ВПМ при разработке ленты леса движется по ее оси.

При разработке делянки прямолинейными ходами, перпендикулярными к лесовозному усу, трелевка пачек ведется вдоль лент по следу ВПМ с соблюдением зоны безопасности. Разработка делянки может начинаться с ближнего или дальнего по отношению к усу конца делянки. Если разработка делянки начинается с ближнего конца, ВПМ перемещается челночным способом без холостых ходов. Пачки формируются при движении от уса справа впереди машины под углом  $20...30^\circ$  к направлению движения, при движении к усу – сзади машины. При трелевке тракторами с пачковым захватом длина ленты для набора пачки равна расстоянию между двумя рабочими позициями ВПМ, а при трелевке тракторами с гидроманипуляторами – расстоянию между первой и последней пачками, укладываемыми в коник трактора на один рейс. Трактор с пачковым захватом начинает трелевку с ближнего конца ленты, трактор с гидроманипулятором начинает трелевку с дальнего конца или заходит на длину ленты для набора пачки, разворачивается и рейсовую нагрузку формирует из нескольких пачек, перемещаясь к погрузочному пункту. Данную схему разработки лесосеки рекомендуется применять в насаждениях со слабой и удовлетворительной несущей способностью грунтов. Недостаток этой схемы – слабая сохранность жизнеспособного подроста.

Способ разработки пазок ВПМ двумя или тремя лентами, перпендикулярными к лесовозному усу, позволяют сохранить  $60...70\%$  жизнеспособного подроста, уменьшить площадь лесосеки, подверженную эрозии почв. Разработка трехленточной пазки ведется в три приема, начиная со средней ленты. Основ-

ной недостаток этого способа – многократные проходы по волоку (20...25 рейсов) трелевочной машины и возможность повреждения почвы на нем. Поэтому предпочтительнее двухленточные пасаки.

Разработку двухленточной пасаки ВПМ ведут в два приема, начиная с правой ленты. Достоинством этой схемы является то, что ее можно применять на лесосеках и с удовлетворительной несущей способностью грунта, а также большая производительность ВПМ по сравнению с разработкой трехленточной пасаки.

Валка деревьев с укладкой их в пачки комлями под углом  $90^\circ$  к направлениям движения ВПМ и трелевки целесообразна при разработке делянки лентами, расположенными параллельно лесовозному усу. В этом случае предварительно готовятся трелевочные волоки и ВПМ начинает разработку делянки с дальнего конца, перемещаясь челночным способом без холостых ходов.

## Лекция 11 ТРЕЛЕВКА И ПОДВОЗКА ДРЕВЕСИНЫ

### 11.1. Способы трелевки и подвозки древесины

**Трелевка и подвозка** – процессы перемещения заготовленной древесины (деревьев, хлыстов, сортиментов) от места заготовки к месту укладки ее в штабеля или погрузки на лесовозный транспорт (верхний склад или погрузочный пункт). При подвозке заготовленная древесина доставляется из лесосеки на верхний склад в погруженном положении. Возможны различные виды и способы трелевки и подвозки заготовленной древесины (рис. 11.1). Применяется механизированная трелевка и подвозка, а гужевая – редко и лишь в горной местности или на рубках ухода для подтаскивания сортиментов к технологическому коридору (трелевочному волоку) или к трассе канатной установки. Однако в ряде западноевропейских стран начали сравнительно широко применять лошадей на подтрелевке древесины. Механизированная трелевка и подвозка древесины, кроме подвесной, производится по трелевочным волокам, прокладываемым по лесосеке.

**Трелевочный волок** – это простейший временный транспортный путь на лесосеке, по которому заготовленная древесина доставляется из лесосеки на погрузочный пункт или верхний склад.

Наибольшее применение получила тракторная трелевка древесины. В Беларуси почти вся заготовленная древесина трелюется и подвозится тракторами. Благодаря мобильности тракторов древесину можно доставлять к любому пункту лесовозной дороги в равнинной и слабохолмистой местности (уклон до  $15^{\circ}$ ) на лесосеках с удовлетворительной и хорошей несущей способностью грунтов.

Трелевка древесины канатными установками применяется ограниченно и в основном на лесосеках с заболоченными и слабыми грунтами и в горной местности. Она неэффективна при освоении разрозненных лесосек, в насаждениях с малым запасом древесины на 1 га и при не сплошных рубках.

В Беларуси, РФ и некоторых других странах СНГ наиболее широко распространена трелевка деревьев и хлыстов в полупогруженном или полуподвесном положении.

Трелевка хлыстов применяется обычно на лесосеках со слабой несущей способностью грунтов, так как сучья, ветви и вершины необходимы для укрепления волоков, а также когда на лесосеке имеется крупномерный (высотой 1 м и более) подрост и молодняк хозяйственно ценных пород.







Рис. 11.1 – Способы трелевки и подвозки древесины

Трелевка древесины волоком применения не получила в основном из-за большого сопротивления движению и плохой проходимости пачек заготовленной древесины по волоку.

При трелевке древесины тракторами наибольшее распространение получила трелевка деревьев и хлыстов в полупогруженном положении, а при трелевке канатными установками – полуподвесная трелевка с несущим канатом и подвесная трелевка.

Полуподвесную трелевку с несущим канатом применяют в равнинной заболоченной и горной местности. При этом способе трелевки требуются две мачты и более для подвески несущего каната. Грузовая тележка, двигаясь по несущему канату, обеспечивает движение пачки с приподнятым передним концом над землей на всем пути перемещения. Благодаря этому уменьшается сопротивление движению пачки по волоку, а встречающиеся препятствия легко преодолеваются.

Полуподвесная трелевка древесины без несущего каната применяется иногда в равнинной местности, так как пачка трелюется фактически волоком. Это ухудшает проходимость пачки по волоку, что отрицательно сказывается на производительности установки.

Подвесная трелевка применяется в горной местности, пересеченной глубокими ущельями, оврагами, а также на сильно заболоченных лесосеках. При такой трелевке подрост не повреждается, почва не разрушается и достигается высокая производительность установки.

## **11.2. Машины для трелевки и подвозки древесины и их характеристика**

На трелевке древесины используют различные машины и механизмы: тракторы, валочно-трелевочные машины, канатные трелевочные установки и др. Технически и экономически обоснованный выбор вида трелевочного средства для конкретных природно-производственных условий сложен. На практике выбирают его исходя из почвенно-грунтовых условий, рельефа местности и крупности лесонасаждений.

Тракторы, применяемые на трелевке и подвозке древесины, подразделяются на специализированные и общего назначения. У специализированных тракторов имеется специальное технологическое оборудование для сбора пачки деревьев, хлыстов или сортиментов и перемещения ее на погрузочный пункт. Кабина расположена спереди для улучшения обзорности и упрощения управления трактором. Кроме того, специализированные трелевочные тракторы более приспособлены к лесной среде благодаря специальной конструкции ходовой части.

Поэтому они получили широкое применение на трелевке и подвозке древесины.

По конструкции ходовой части тракторы, применяемые на трелевке древесины, делятся на гусеничные и колесные. Причем в последнее время все шире начали применять специализированные колесные тракторы с шарнирно-сочлененной рамой. Эти тракторы имеют высокую маневренность и энергонасыщенность, что позволяет им двигаться по волоку на высоких скоростях. Поэтому они более производительны, чем гусеничные тракторы. Однако проходимость колесных тракторов на лесосеках со слабой несущей способностью грунтов и при глубоком снеге хуже, чем у гусеничных.

По конструкции технологического оборудования для набора пачки трелевочные тракторы делятся на четыре типа:

- трелевочные тракторы, оснащенные канатно-чокерным оборудованием для трелевки деревьев, хлыстов и сортиментов;
- трелевочные тракторы, оснащенные гидроманипулятором с клещевым захватом для бесчокерной трелевки деревьев и хлыстов;
- трелевочные тракторы, оснащенные пачковым клещевым захватом для бесчокерной трелевки сформированных ВПМ пачек деревьев и хлыстов (подборщики-трелевщики пачек);
- тракторы, оснащенные грузовой платформой и гидроманипулятором с челюстным захватом для подвозки сортиментов (погрузочно-транспортные машины).

Тракторы с гидроманипулятором для бесчокерной трелевки древесины исключают ручной труд и значительно повышают производительность труда.

В последнее время в связи с постоянным подорожанием энергоносителей в некоторых зарубежных странах, и в частности в Финляндии, Швеции начали применять в опытном порядке на трелевке сортиментов минитракторы с прицепным трелевочным оборудованием.

Независимо от типа трактора, применяемого на трелевке и подвозке, он состоит из базовой машины и навесного или прицепного трелевочного оборудования.

**Трелевочные тракторы с канатно-чокерным трелевочным оборудованием** предназначены для сбора отдельно лежащих деревьев, хлыстов или сортиментов, формирования их в пачки и трелевки на погрузочный пункт или верхний склад. Такое трелевочное оборудование состоит из лебедки, собирающего каната, погрузочного щита, чокеров и гидросистемы. Лебедка и погрузочный щит установлены на раме трактора за кабиной. Лебедка однобарабанная, реверсивная, слу-

жит для формирования пачки древесины, подтаскивания ее к трактору и укладки на щит.

*Погрузочный щит* – предназначен для погрузки передней части пачки на трактор, транспортирования ее в полупогруженном положении и для разгрузки пачки на погрузочном пункте. Погрузка пачки и удержание ее на щите производится лебедкой, а разгрузка – движением трактора вперед при расторможенной лебедке.

**Трелевочные тракторы с гидроманипулятором** предназначены для сбора отдельно лежащих деревьев (хлыстов) и трелевки их на погрузочный пункт. Навесное трелевочное оборудование таких тракторов состоит из гидроманипулятора с клещевым захватом на конце, пакетформирующего устройства (коника) и гидросистемы. На этих тракторах спереди на раме устанавливается щит, которым можно выравнивать комли и штабелевать древесину на погрузочном пункте.

*Гидроманипулятор* служит для захвата, подтаскивания поваленных деревьев (хлыстов) и укладки их в коник. Он состоит из опорной фермы, стрелы, рукояти и клещевого захвата.

*Коник* служит для формирования пачки, надежного закрепления уложенных в него комлей или вершин хлыстов (деревьев) и удерживания их в процессе трелевки. Для этого он снабжен зажимными рычагами и увязочным устройством.

**Трелевочные тракторы с пачковым клещевым захватом** предназначены для трелевки пачек деревьев (хлыстов), сформированных валочно-пакетирующими машинами. Навесное трелевочное оборудование этих тракторов состоит из стрелы, клещевого захвата, лебедки и гидросистемы. Кроме того, колесные тракторы снабжаются еще щитом, расположенным сзади, и механизмом поворота клещевого захвата.

*Стрела* – арочного или параллелограмного типа, неповоротная с переменным вылетом, шарнирно крепится сзади на раме трактора и может иметь дугообразную или Г-образную форму. Она предназначена для подъема и опускания клещевого захвата и удерживания его в заданном положении.

*Клещевой захват* служит для захвата пачки деревьев или хлыстов, уложенных на земле, и удержания ее в полуподвешенном положении в процессе трелевки. Он состоит из траверсы, двух криволинейных рычагов, шарнирно соединенных с траверсой, и синхронизаторов, обеспечивающих раскрытие и закрытие обоих рычагов на одинаковое расстояние независимо от значений действующих на них усилий.

*Лебедка* – однобарабанная реверсивная и предназначена для затяжки каната увязочного устройства, а при его отсутствии – для подтягивания и прижима к щиту клещевого захвата при движении порож-

нем или же переднего торца пачки при движении с грузом, чтобы они не раскачивались во время движения и не выводили трактор из равновесия. При отсутствии клещевого захвата с помощью лебедки можно формировать пачку деревьев или хлыстов, используя чокеры, подтащить ее к трактору и удерживать в полуподвешенном положении на стреле, прижатой к щиту в процессе трелевки.

*Щит* неподвижно закреплен на задней полураме колесного трактора и служит для защиты полурамы и задних колес трактора от повреждения захватом и передней частью пачки в процессе движения трактора.

*Механизм поворота* установлен на стреле и предназначен для поворота захвата на  $210^\circ$  вокруг вертикальной оси.

**Тракторы с гидроманипулятором для сортиментов (погрузочно-транспортные машины)** предназначены для сбора заготовленных на лесосеке сортиментов с попутной их подсортировкой по назначению и длинам, доставки сортиментов на верхний склад и укладки в штабеля. Навесное технологическое оборудование таких тракторов состоит из гидроманипулятора с челюстным захватом на конце, грузовой платформы и гидросистемы.

*Гидроманипулятор* по конструкции аналогичен гидроманипуляторам, устанавливаемым на трелевочные трактора для бесчokerной трелевки но имеет больший вылет. Он предназначен для сбора сортиментов на лесосеке, погрузки их на грузовую платформу и выгрузки в штабель. Особенностью конструкции этого гидроманипулятора является то, что стрела может быть телескопической.

*Грузовая платформа*, как и гидроманипулятор, расположена на раме трактора за кабиной и снабжена пятью парами стоек. Это позволяет укладывать на платформу сортименты разных длин: от двух до шести метров.

В последнее время начали применяться погрузочно-транспортные машины с технологическим оборудованием, расположенным не на раме трактора, а на двухосном колесном прицепе, агрегируемым с колесным трактором. Для повышения маневренности такой машины, прицеп по желанию потребителя может быть оборудован гидравлически управляемым дышлом, а для повышения проходимости – дополнительным приводом колес прицепа, который включается оператором машины или автоматически по мере необходимости. Для обеспечения устойчивости прицепа при выполнении погрузочно-разгрузочных работ он снабжен выдвижными аутригерами.

Во всех типах трелевочных тракторов гидросистема предназначена для привода в действие рабочих органов навесного технологиче-

ского оборудования. Она включает гидронасосы, распределительную и предохранительную аппаратуру, трубопроводы высокого и низкого давления, бак с фильтрами для рабочей жидкости и исполнительные рабочие органы: гидроцилиндры и гидромоторы.

**Минитракторы для трелевки древесины** применяются в основном для подтрелевки заготовленной древесины к трелевочному волоку (технологическому коридору). Их можно использовать для подвозки подтрелеванной древесины по волокам на верхний склад. Однако минитракторы не могут заменить погрузочно-транспортные машины (сортиментовозы).

Гусеничные минитракторы снабжены широкими эластичными гусеницами и управляются с помощью рукоятки рабочим, который идет рядом или впереди.

На лесозаготовках в Беларуси, РФ и других странах СНГ применяются трелевочные тракторы с канатно-чокерным оборудованием: ТЛТ-100А, ТТ-4М, Беларусь МЛ-127, Беларусь ТТР-401М и др.; с гидроманипулятором: ТБ-1М-15, ЛП-18Д; с пачковым клещевым захватом: МЛ-136, ЛТ-230, ЛТ-187, Беларусь МЛ-127С; и погрузочно-транспортные машины МЛПТ-354М, МЛ-131, МТПЛ 5-11 СП ТИГЕР и др.

Тракторы ТЛТ-100А, ТТ-4М предназначены для сбора и трелевки деревьев и хлыстов за вершины или комли в полупогруженном положении в равнинной или слабохолмистой местности (уклон до 14°) со слабой, удовлетворительной и хорошей несущей способностью грунтов. Тракторы ТЛТ-100А рекомендуется применять в лесонасаждениях со средним объемом хлыста 0,14...0,5 м<sup>3</sup>, а тракторы ТТ-4М и другие такого же класса тяги – в средних и крупномерных лесонасаждениях (средний объем хлыста 0,4 м<sup>3</sup> и более) для грунтов с низкой несущей способностью выпускаются тракторы ТЛТ-100А-06 с уширенными гусеницами.

Тракторы МЛ-127 и ТТР-401М – колесные, относятся к числу легких трелевочных тракторов и предназначены для трелевки деревьев, хлыстов и сортиментов в равнинной и слабохолмистой местности, с хорошей несущей способностью грунтов, в полуподвесном положении, в насаждениях со средним объемом хлыста до 0,3 м<sup>3</sup>.

Тракторы ТБ-1М-15, ЛП-18Д предназначены для сбора и трелевки поваленных отдельных деревьев и хлыстов или же сформированных в пачки. Трактор ТБ-1М-15 выполнен на базе трелевочного трактора ТЛТ-100А-04, ЛП-18Д – на базе трелевочного трактора ТТ-4М-01 и отличаются от ТЛТ-100А и ТТ-4М в основном конструкцией трелевочного оборудования.

Трактора МЛ-136, ЛТ-230, ЛТ-187, МЛ-127С предназначены для подбора и трелевки в полуподвешном положении пачек деревьев, сформированных валочно-пакетирующими машинами. Подборщики-трелевщики МЛ-136 и ЛТ-230 выполнены на базе трактора ТЛТ-100А-06, ЛТ-187 – на базе трактора ТТ-4М-01, а МЛ-127С – на базе трактора МЛ-127. Условия применения МЛ-136 и ЛТ-230 те же, что и ТЛТ-100А, ЛТ-187, что и трактора ТТ-4М, а МЛ-127С, что и трактора МЛ-127.

Погрузочно-транспортные машины МЛПТ-354М, МЛ-131, МЛ-104, МТПЛ 5-11 СП “ТИГЕР” и аналогичные им другие предназначены для сбора заготовленных на лесосеках сортиментов с попутной их подсортировкой, подвозки сортиментов в погруженном положении на верхний склад и укладки их в штабели. Такие машины рекомендуется использовать в равнинной и слабохолмистой местности на лесосеках с хорошей и удовлетворительной несущей способностью грунтов.

Если несущая способность грунтов на лесосеке слабая или удовлетворительная, для повышения проходимости трелевочных тракторов и предотвращения образования колеи трелевочные волокна необходимо укреплять отходами лесозаготовок (сучьями, вершинами и др.).

### 11.3. Расчет производительности машин для трелевки и подвозки древесины

Производительность машин оценивают по сменной выработке и выработке на списочную машину за год. На производительность машин на трелевке и подвозке древесины оказывают влияние расстояние трелевки (подвозки), скорости движения машины с грузом и без груза, средний объем хлыста, почвенно-грунтовые условия, рельеф местности и время года. Зависит она также от технического состояния машины, совершенства технологии и организации работ, состояния трелевочных волокон.

Сменная производительность ( $m^3$ ) трелевочной машины

$$\dot{J} = \frac{(\dot{O}-t_{i-c})\phi_1 V_i}{\frac{S}{v_{\bar{a}}} + \frac{S}{v_{\bar{o}}} + t_{i\delta} + t_0}, \quad (11.1)$$

где  $T$  – продолжительность смены, с;  $t_{п-3}$  – время на подготовительно-заключительные операции, с: для трелевочных тракторов  $t_{п-3} = 1920$  с; для погрузочно-транспортных машин  $t_{п-3}=2400$ с;  $\phi_1$  – коэффициент использования рабочего времени, учитывающий время на отдых, личные надобности и перенос канатно-блочной системы из сектора в сектор (при трелевке канатными установками);  $V_{п}$  – средний объем перемещаемой пачки,  $m^3$ ;  $S$  –

среднее расстояние трелевки (подвозки), м;  $v_r$  – средняя скорость движения машины с грузом по волоку, м/с;  $v_x$  – средняя скорость движения машины без груза на лесосеку за очередной пачкой, м/с;  $t_{пр.}$  – время на чокировку деревьев (хлыстов) и формирование пачки, с;  $t_0$  – время на отцепку пачки и чокировок на погрузочном пункте, выравнивание комлей, с.

Основными факторами, влияющими на производительность трелевочных машин, являются средний объем хлыста, объем трелеваемой (перевозимой) пачки, среднее расстояние трелевки и скорости движения машины с грузом и без груза. Так, при увеличении среднего объема хлыста производительность трелевочной машины возрастает при прочих равных условиях, так как сокращается время на формирование пачки требуемого объема.

С увеличением объема трелеваемой пачки производительность машины будет также возрастать, потому что время на формирование и отцепку пачки большего объема увеличивается менее интенсивно, чем объем трелеваемой древесины за рейс.

С увеличением среднего расстояния трелевки (подвозки) производительность будет уменьшаться, так как время на рабочий и холостой ход машины будет возрастать и, как следствие, будет увеличиваться время рейса, и машина стрелюет меньшее количество древесины за смену.

При увеличении скоростей движения машины при прочих равных условиях будет уменьшаться время рабочего и холостого хода машины, а, следовательно, и время рейса, и машина за смену стрелюет (подвезет) большее количество древесины.



## Лекция 12

### 12.1. Валочно-трелевочные машины и их характеристика и условия применения

Валочно-трелевочная машина (ВТМ) – многооперационная машина для механизации лесосечных работ. Она производит валку деревьев, сбор и формирование их в пачку в пакетформирующем устройстве (ПФУ) машины (конике), трелевку пачки на погрузочный пункт и при необходимости выравнивание комлей. При этом не требуется применение ручного труда. Такие машины можно также использовать на прорубке трасс дорог, нефте- и газопроводов, линий электропередач. Ими можно производить подготовку погрузочных площадок, разрубку зоны безопасности, уборку ветровальных деревьев. Благодаря тому, что ВТМ являются многооперационными, они имеют большую автономность. И на эффективность их использования при обеспечении необходимого фронта работ не влияют производительность, надежность и простота других лесных машин. Кроме того, ВТМ могут работать в режиме валки-пакетирования с формированием пачек на земле или в ПФУ (конике) машины с подтрелевкой пачек на расстоянии 40...60 м в место, удобное для ее подбора подборщиком-трелевщиком пачек. Они также могут работать в режиме валки деревьев на землю с последующей трелевкой их трелевочными тракторами с гидроманипулятором. Применение ВТМ на лесосечных работах позволяет значительно упростить технологию и организацию работ, исключить травматизм и повысить производительность труда на валке-трелевке в 2,5...3 раза по сравнению с валкой деревьев бензомоторными пилами и трелевкой тракторами с канатно-чокерным оборудованием. Однако они не обеспечивают сохранность жизнеспособного подроста на лесосеке в требуемом количестве.

Валочно-трелевочные машины производятся в Российской Федерации и находят применение в некоторых странах СНГ. Раньше применялось и в Беларуси. ВТМ состоит из базовой машины и навесного технологического оборудования. В качестве базовой машины используются гусеничные трелевочные тракторы. Это позволяет применять их в насаждениях с удовлетворительной и хорошей несущей способностью грунтов в равнинной и слабохолмистой местности (крутизна склона до 14°).

По конструкции навесного технологического оборудования ВТМ делятся на два типа: рычажные и манипуляторные. Характерной особенностью рычажных ВТМ является то, что механизм срезания дерева установлен на горизонтальной телескопической балке, закрепленной на раме трактора и им с одной рабочей позиции машины можно спилить только одно дерево. Такие ВТМ широкого применения не получили, так как они эффективны только в насаждениях со средним объемом хлыста 0,5 м<sup>3</sup> и выше.

Манипуляторные ВТМ нашли широкое применение, так как технологические возможности этих машин шире. В таких ВТМ механизм срезания дерева установлен на свободном конце гидроманипулятора и с одной рабочей позиции машиной можно спилить несколько деревьев.

Навесное технологическое оборудование ВТМ рычажного типа состоит из следующих основных узлов: механизма срезания дерева с подвеской, механизма направленного повала спиленного дерева, погрузочно-формировочного устройства, разгрузочного щита, бульдозера со снегоочистителем, ограждения кабины и гидросистемы.

**Механизм срезания дерева с подвеской** служит для отделения ствола дерева от корневой системы и может быть цепным и ножевым. Получили применение консольные цепные пильные механизмы с гидроприводом, которые конструктивно выполнены, так же как и у валочных машин рычажного типа.

**Механизм направленного повала** дерева рычажный, по конструкции такой же, как и у валочных машин рычажного типа.

Погрузочно-формирующее устройство предназначено для погрузки комлевой части спиленного дерева на машину, формирования пачки и удержания ее на машине в процессе трелевки. Оно устанавливается на раме трактора за кабиной и состоит из коника, погрузочного и обвязочного рычагов и гидрополиспаста.

*Коник* – служит опорой для сформированной пачки деревьев и основанием для крепления всех частей погрузочно-формирующего устройства. Внутри корпуса коника устанавливают направляющие ролики для обвязочного каната и вкладыши для упора в них конца обвязочного рычага.

*Погрузочный рычаг* предназначен для приема спиленного дерева и погрузки его комля на коник. Он шарнирно закреплен сбоку коника, приводится в действие гидроцилиндром. Для уменьшения ударных нагрузок на рычаг при падении дерева и создания дополнительного усилия, способствующего прохождению "мертвого" положения погрузочного рычага при его подъеме, он снабжен сервомеханизмом с пружиной.

*Обвязочный рычаг* служит для увязки формируемой пачки деревьев канатом, чтобы она не сползла с коника при движении машины. Он шарнирно закреплен на верхней части коника и приводится в действие гидроцилиндром.

*Гидрополиспаст* представляет собой гидроцилиндр одностороннего действия, на конце штока и задней крышке которого установлены направляющие ролики для обвязочного каната. Он предназначен для затяжки канатной петли, образующейся после закрытия обвязочного рычага. Требуемая кратность полиспаста достигается пропусканием второго конца обвя-

зочного каната через направляющие ролики требуемое количество раз с прикреплением его к корпусу коника.

**Разгрузочный щит** служит для облегчения сброски с коника комлей деревьев при разгрузке машины, а также для защиты узлов машины от ударов комлей разгружаемых деревьев и от засорения рамы машины. По конструкции аналогичен погрузочному щиту трелевочного трактора, шарнирно крепится на корпусе заднего моста и приводится в действие гидроцилиндром.

**Бульдозер со снегоочистителем** применяется для выравнивания комлей и окучивания, стрелеванных деревьев на погрузочном пункте при подготовке их к погрузке, а также удаления снега и валежника от дерева перед его спиливанием. Снегоочиститель монтируется на бульдозере в зимнее время и по конструкции такой же, как и снегоочиститель валочных машин рычажного типа.

**Гидравлическая система** служит для привода в действие навесного технологического оборудования и по конструкции аналогична гидросистеме рассмотренных выше машин.

В валочно-трелевочных машинах манипуляторного типа навесное технологическое оборудование состоит из гидроманипулятора, захватно-срезающе-валочного устройства (ЗСВУ), коника с увязочным устройством и гидросистемы.

**Гидроманипулятор** по конструкции не отличается от гидроманипуляторов, применяемых на тракторах для бесчокерной трелевки, и состоит из аналогичных узлов. На конце рукояти гидроманипулятора при помощи подвески шарнирно крепится ЗСВУ. Строго определенное положение подвески с ЗСВУ обеспечивается гидроцилиндром, установленным на гидроманипуляторе. Поворот на требуемый угол подвижных частей манипулятора относительно вертикальной оси осуществляется шестеренно-реечным механизмом, относительно горизонтальной оси – гидроцилиндрами. Поворот ЗСВУ производится шестеренно-реечным механизмом.

**Захватно-срезающе-валочное устройство (ЗСВУ)** является одним из наиболее важных узлов ВТМ и существенно влияет на их производительность. На валочно-трелевочных машинах применяются ЗСВУ с гидродомкратом для валки спиленных деревьев и без него. Механизм срезания дерева цепной, консольный с приводом от гидродвигателя. По конструкции он аналогичен срезающему механизму валочно-пакетирующих машин.

Ножевые срезающие механизмы находят применение в зарубежных машинах и в основном для срезания тонкомерных деревьев.

Гидродомкрат представляет собой обычно рычаг с заостренным свободным концом для лучшего внедрения в древесину. Приводится в действие домкрат от гидроцилиндра. Применение в ЗСВУ гидродомкрата поз-

воляет увеличить момент опрокидывания дерева и снизить нагрузки на манипулятор. Однако при этом увеличивается масса ЗСВУ.

Опорная призма обеспечивает фиксирование зажимными рычагами ЗСВУ на дереве в требуемом положении, возникновение опрокидывающего момента при приложении сил и управление деревом при валке и погрузке комля на коник машины.

Коник с увязочным устройством в валочно-трелевочных машинах по конструкции такой же, как и в тракторах для бесчokerной трелевки с гидроманипулятором (ТБ-1М и ЛП-18Д).

Гидросистема аналогична гидросистеме описанных выше лесозаготовительных машин.

Все ВТМ имеют ограждение кабины и заднего моста, а на некоторых из них впереди устанавливается бульдозерный отвал (толкатель).

К особенностям конструкции рассмотренных ВТМ следует отнести следующие:

- ВТМ производят валку дерева на землю, а затем грузят его комель в ПФУ, что позволяет сделать машину более легкой по сравнению с ВПМ манипуляторного типа;

- в большинстве ВТМ навесное технологическое оборудование выполнено так, что реакцию усилия сталкивания спиленного дерева воспринимает пень;

- гидроманипулятор ВТМ неполноповоротный и машина разрабатывает полосу леса только слева по ходу движения;

- применяемые ВТМ не обеспечивают сохранность подроста;

- направленный повал спиленного дерева обеспечивается или гидродомкратом на ЗСВУ или наклоном дерева гидроманипулятором.

На лесозаготовках валочно-трелевочные машины получили применение в основном в РФ, которая производит такие машины и в частности ВТМ ВМ-4Б и ЛП-58-01. Они выполнены на базе трактора ТТ-4М и предназначены для разработки лесонасаждений со средним объемом хлыста  $0,4 \text{ м}^3$  и выше (ЛП-58-01 в насаждениях со средним объемом хлыста до  $0,75 \text{ м}^3$ ), расположенных в равнинной и слабохолмистой местности и имеющих хорошую несущую способность грунтов (90 кПа и более). Машина ВМ-4Б рычажного типа, а ЛП-58-01 – манипуляторного типа. Гидроманипулятор у ЛП-58-01 шарнирно-рычажный, неполноповоротный. Обе ВТМ разрабатывают полосу леса слева по ходу движения машины: ВМ-4Б шириной 2...2,5 м, а ЛП-58-01 – 3...4 м за один проход. Управление машиной осуществляется машинистом из кабины. Причем в ЛП-58-01 установлено поворотное сиденье с углом поворота на  $180^\circ$ .

Машины ВМ-4Б и ЛП-58-01 наиболее эффективны при разработке больших по площади лесосек (25 га и более). В лесах Беларуси может найти применение только ВТМ ЛП-58-01.

## 12.2. Расчет производительности валочно-трелевочных машин

Сменная производительность (м<sup>3</sup>) валочно-трелевочной машины

$$\dot{V} = \frac{(\dot{O} - t_{i-c}) \varphi_1 V_i}{\frac{10000 V_i}{Q_{\text{га}} b v_{\text{дв}}} + (t_2 + \frac{V_{\text{дв}}}{f \varphi_2 \dot{V}_{\text{пил}} (H - 1,3)} + t_4 + t_5) \frac{V_i}{V_{\text{дв}}} + \frac{S}{v_{\text{г}}} + \frac{S}{v_{\text{р}}} + t_6}, \quad (12.1)$$

где  $T$  – продолжительность смены, с;  $t_{п-з}$  – время на подготовительно-заключительные операции, с;  $\varphi_1$  – коэффициент использования рабочего времени;  $V_{п}$  – объем формируемой машиной пачки деревьев, м<sup>3</sup>;  $Q_{\text{га}}$  – эксплуатационный запас древесины на 1 га, м<sup>3</sup>;  $b$  – ширина полосы леса, разрабатываемой ВТМ за один проход, м;  $v_{\text{дв}}$  – средняя скорость движения ВТМ при переездах с одной рабочей позиции (технологической стоянки) на другую или от одного дерева к другому, м/с;  $t_2$  – время на подготовку дерева к спиливанию, с;  $f$  – видовое число ствола, зависящее от его коэффициента формы: в среднем  $f=0,46$ ;  $\varphi_2$  – коэффициент использования срезающего механизма ВТМ по производительности чистого пиления:  $\varphi_2=0,7-0,8$ ;  $\dot{V}_{\text{пил}}$  – производительность чистого пиления срезающего механизма ВТМ, м<sup>2</sup>/с;  $H$  – средняя высота деревьев в насаждении, м;  $t_4$  – время на сталкивание (повал) спиленного дерева, с;  $t_5$  – время на укладку спиленного дерева в ПФУ машины (включая и время на открытие и закрытие устройства) или на землю, с;  $S$  – среднее расстояние трелевки, м;  $v_{\text{г}}$  – средняя скорость движения машины с грузом (пачкой), м/с;  $v_{\text{х}}$  – средняя скорость движения машины без груза (порожняком) на лесосеку, м/с;  $t_6$  – время на сброску (отцепку) пачки с машины на погрузочном пункте, с. В формуле (12.1) выражение  $\frac{10000 V_{п}}{Q_{\text{га}} b v_{\text{дв}}} = t_1$  – время на переезды ВТМ с одной рабочей позиции на другую или от одного дерева к другому, с;  $\frac{V_{\text{дв}}}{f \varphi_2 \dot{V}_{\text{пил}} (H - 1,3)} = t_3$  – время на спиливание дерева, с;  $\frac{S}{v_{\text{г}}} = t_{\text{р}}$  и  $\frac{S}{v_{\text{х}}} = t_{\text{х}}$  – время соответственно на движение машины с грузом (на погрузочный пункт) и без груза (на лесосеку), с. Эти величины рассчитываются, а  $t_2, t_4, t_5$  и  $t_6$  определяются путем хронометражных наблюдений.

Формула (12.1) с достаточной полнотой и достоверностью описывает процесс машинной валки-трелевки деревьев и позволяет анализировать производительность ВТМ в зависимости от технологических параметров машины и различных природно-производственных факторов.

Из формулы (12.1) видно, что на производительность ВТМ оказывают влияние большое количество факторов:  $V_x$ ,  $Q_{га}$ ,  $b$ ,  $v_{дв}$ ,  $\Pi_{пил}$ ,  $S$ ,  $v_r$ ,  $v_x$ . Характер влияния  $V_x$ ,  $Q_{га}$ ,  $b$ ,  $v_{дв}$  и  $\Pi_{пил}$  на производительность ВТМ такой же, как и на производительность ВПМ.

С увеличением среднего расстояния трелевки  $S$  производительность ВТМ уменьшается, так как увеличивается время на рабочий и холостой ход машины и за смену ВТМ меньше заготовит и стрелюет древесины.

С увеличением скоростей движения ВТМ с грузом  $v_r$  и без груза  $v_x$  при прочих постоянных факторах сокращается время на холостой и рабочий ход машины и, как следствие, уменьшается время одного рейса, и за смену ВТМ больше заготовит и стрелюет древесины.

## Лекция 13

### 13.1. Канатные установки для трелевки древесины, их характеристика и условия применения

Применяемые на лесозаготовках канатные установки по конструкции подразделяются на установки без несущего и с несущим канатом. Причем установки с несущим канатом могут быть однопролетными и многопролетными, что определяется количеством опор, и иметь постоянно натянутый несущий канат или несущий канат с переменным натяжением. В установках с несущим канатом переменного натяжения его ослабляют и опускают на землю для прицепки пачки во время каждого рабочего цикла. Такие канатные установки называют установками с опускающимся несущим канатом.

Характеристика канатных установок по способу перемещения древесины и условия их применения даны в лекции 11.

По назначению канатные установки могут быть только трелевочными, трелевочно-погрузочными и трелевочно-транспортными. Трелевочные установки применяют для трелевки древесины на погрузочный пункт, верхний склад или к подвесной канатной транспортной установке. Трелевочно-погрузочными установками (ТПУ) древесину трелюют и грузят на подвижной состав лесовозных дорог. Трелевочно-транспортные установки производят трелевку и транспортировку (подъем или спуск) древесины к лесовозной дороге.

Различают такие подвесные трелевочные установки: с несущим, тяговым и возвратным канатами; с несущим и тяговым канатами; с тягово-несущим непрерывно движущимся канатом (конвейеры).

Все канатные установки приводятся в действие от не самоходных и самоходных (установленных на тракторе или автомобиле) лебедок.

**Трелевочные канатные установки без несущего каната** предназначены для трелевки деревьев или хлыстов за вершины в равнинной заболоченной местности на расстояние до 300 м при сплошных рубках. Установка состоит из мачты, канатно-блочной системы и приводной лебедки. Установка проста по конструкции и в эксплуатации. Однако применение ее весьма ограниченное, так как при удалении пачки от мачты более чем на 50...60 м имеет место наземная трелевка, что отрицательно сказывается на проходимости пачки по волоку.

**Однопролетные трелевочные и трелевочно-погрузочные установки с несущим канатом** предназначены для трелевки деревьев и хлыстов за комли в равнинной заболоченной и холмистой местности при сплошных рубках с погрузкой деревьев (хлыстов) на лесовозный транспорт. Поскольку комлевая часть пачки находится в приподнятом

положении, трелевка происходит беспрепятственно. Установка состоит из следующих основных узлов: головной и тыловой мачт, несущего каната, полиспаста, грузовой каретки, канатно-блочной системы и приводной лебедки.

*Мачты* – деревянные, естественные или искусственные служат опорами для несущего каната. В качестве тыловой мачты обычно используют растущее дерево.

*Несущий канат* – стальной, служит опорой для грузовой каретки.

*Полиспаст* предназначен для натяжения несущего каната при помощи приводной лебедки.

*Грузовая каретка* служит опорой при подтрелевке пачки к несущему канату и поддерживает переднюю часть пачки в приподнятом положении в процессе трелевки и погрузки пачки на лесовозный транспорт.

*Канатно-блочная система* такая же, как и в трелевочной установке без несущего каната.

*Приводная лебедка* – четырехбарабанная, несамоходная, устанавливается у головной мачты.

Установка работает следующим образом. Закрепив переносный блок на лесосеке у места сбора пачки, подают туда подвесной крюк с чокерами. После прицепки требуемого количества деревьев (хлыстов) к крюку сначала подтаскивают пачку к несущему канату, притормозив возвратный трелевочный барабан. Затем пачка доставляется на погрузочный пункт и комлями укладывается на ближайший к мачте коник лесовоза, установленного так, чтобы этот коник был под несущим канатом. Далее весь цикл повторяется до полной загрузки лесовоза древесиной. Затем производят погрузку вершинной части пачки на второй коник лесовоза. Для этого вершинную часть пачки охватывают канатной петлей и грузовым трелевочным барабаном поднимают выше стоек коника, надев концы петли на прицепной крюк грузовой каретки. Далее каретка и лесовоз перемещаются (каретка – к головной мачте, а лесовоз – влево) до тех пор, пока вершинная часть пачки не окажется над серединой другого коника, после чего эта часть пачки опускается. Закончив погрузку, лесовоз убирают, а на его место подают порожний, и все операции повторяются.

**Самоходные однопролетные трелевочные установки** применяются для освоения лесосек, расположенных на горных склонах небольшой протяженности (до 500 м). Для этой цели в РФ выпускаются самоходные канатные установки ЛЛ-25. Такая установка состоит из трактора, лебедки с канатоведущим шкивом, передвижной головной



мачты, тягово-несущего каната, грузовой каретки и канатно-блочной системы. Тыловой мачтой служит растущее дерево. Для привода и передвижения установки используется трактор ТТ-4М – и на нем устанавливается приводная лебедка.

Канатно-блочная система и прицепное оборудование по конструкции аналогичны описанным выше.

Принцип работы установки следующий. Ходом трактора вперед натягивают канатную систему и канатоведущим шкивом подают каретку на лесосеку к месту прицепки пачки. Затем по сигналу чокеровщика задним ходом трактора опускают канатную систему так, чтобы каретка легла на землю. После чего отсоединяют от каретки свободный собирающий канат и освобождают стопорную муфту, присоединяют собирающий канат с зачокерованными хлыстами (деревьями) и снова натягивают канатную систему по сигналу чокеровщика. При этом происходит формирование пачки и подтрелевка ее к тягово-несущему канату. Далее канатоведущим шкивом пачка доставляется к месту отцепки. Опустив канатную систему так, чтобы пачка свободно легла на землю, производят отцепку деревьев (хлыстов). Затем обратным ходом каретки вытягивают собирающий канат и фиксируют стопорную муфту в каретке. Далее весь процесс повторяется.

Установкой трелюют пачки за вершину. Она может работать на спуск и подъем. При необходимости трактор может быть отсоединен от канатной системы и применен для подвозки стрелеванной древесины на погрузочный пункт.

В зависимости от горного рельефа разработка лесосек самоходными канатными установками может вестись последовательным перемещением головной мачты при постоянном положении тыловой, последовательным перемещением тыловой мачты при постоянном положении головной. На плоских склонах разработка лесосек ведется прямоугольными пасаками шириной 30...50 м. последовательно с переносом мачт (опор).

**Многопролетные трелевочно-транспортные установки** предназначены для освоения лесосек на крутых склонах и применяются в основном в горных районах Карпат, Северного Кавказа и бассейне озера Байкал. Наибольшее распространение получили установки ЛЛ-26Б и ЛЛ-31. Эти установки могут работать на «спуск» и «подъем». Оснастка многопролетных установок унифицирована. Транспортировка древесины по несущему канату в подвесном положении возможна под действием собственного веса (работа на «спуск») или при помощи тягового каната лебедки (работа на «подъем»).

**Канатная установка ЛЛ-26Б** не самоходная, предназначена для подтрелевки заготовленных сортиментов к несущему канату с рас-

стояния до 50 м и транспортировку их на погрузочный пункт (верхний склад) на расстояние до 1200 м. Она состоит из двух концевых опор (мачт), промежуточных опор с опорными башмаками, несущего каната с полиспастом, каретки с грузовым крюком и прицепным оборудованием, стопора, канатно-блочной системы и приводной лебедки.

*Опоры* – деревянные. Обычно для опор используют здоровые растущие деревья, которые для устойчивости укрепляют растяжками. Для подвески несущего каната на опорах крепят опорные башмаки. Промежуточные опоры располагаются через 250...300 м в местах перегибов трассы. Высота подвешивания несущего каната должна быть такой, чтобы перемещаемая древесина не задевала за грунт и вершины подроста.

*Несущий канат* служит опорой для грузовой каретки, концами крепится за пни, растущие деревья или искусственные опоры - "мертвяки" и натягивается лебедкой через полиспаст.

*Каретка* служит для перемещения пачки по несущему канату.

*Стопор* предназначен для остановки и фиксации каретки в месте загрузки ее древесиной и освобождения грузового крюка. При взаимодействии каретки со стопором она фиксируется на несущем канате и освобождается грузовой крюк с чокерами, который по мере ослабления тягово-грузоподъемного каната опускается на землю. После прицепки пачки включают лебедку и производят навивку тягово-грузоподъемного каната на барабан. При этом происходит подтягивание пачки к несущему канату, поднятие крюка с пачкой и фиксация его в грузозахвате. Затем, по мере ослабления тягово-грузоподъемного каната происходит автоматическое отсоединение грузовой каретки от стопора и она перемещается по несущему канату к месту разгрузки (на верхний склад).

*Канатно-блочная система* и приводная лебедка имеют то же назначение, что и в других канатных установках.

*Канатная установка ЛЛ-31* – самоходная, выполнена на базе трактора ТТ-4М и предназначена для подтрелевки деревьев к трассе установки на расстояние до 60 м и транспортировки их в подвесном или в полуподвесном положении на погрузочный пункт на расстояние до 700 м. Приводная трехбарабанная лебедка установлена сзади на ТТ-4М, а спереди трактора – многозвенная металлическая мачта. В остальном по конструкции она аналогична установке ЛЛ-26Б.

Австрийская фирма Gantner выпускает канатные установки для трелевки древесины грузоподъемностью 1, 3, 5 и 8 тонн. Расстояние трелевки этими установками составляет, как правило, от 400 до 1800 м

и может достигать 2500 м. Изготавливаются установки двух типов: гравитационные и с замкнутым тяговым канатом.

#### Краткая характеристика канатных установок фирмы Gantner

Тип установки	HSW20	HSW60/80	HSW150
Длина трассы, м	640	130	1500
Максимальная масса трелюемой пачки, кг	1000	2500	5000
Средний объем трелюемой пачки, м <sup>3</sup>	1,0	2,25	5,0
Продолжительность рабочего цикла, мин., в том числе:	12	12	13,3
прицепка пачки	5,5	5,5	7,0
перемещение пачки на погрузочный пункт	3,5	3,5	3,3
Производительность установки за 8-ми часовую смену, м <sup>3</sup>	40	90	170
Сменный расход топлива, л	15...18	20...25	60...70

Гравитационные канатные установки применимы только в горной местности и работают на «спуск», для чего минимальный уклон трассы должен быть не менее 15%. Прицепка и отцепка бревен возможна в любой точке трассы. Груз транспортируется под действием собственного веса в подвесном положении, благодаря чему исключается повреждение древесины, почвы и подроста. По конструкции они аналогичны установкам ЛЛ-26Б. Приводная лебедка устанавливается в верхней части трассы. Принцип работы этих установок такой же, как ЛЛ-26Б, работающей на «спуск».

Канатные установки с замкнутым тяговым канатом предназначены для трелевки древесины в равнинной заболоченной местности, а так же для транспортировки ее через реку или с острова на берег на большие расстояния. Установки оснащены основной грузовой кареткой с автоматикой включения и выключения и вспомогательной, которая движется на некотором расстоянии от основной. При остановке основной грузовой каретки вспомогательная каретка продолжает двигаться и при соприкосновении с основной происходит выброс крюка, прикрепленного к грузовому канату, который протянут через грузовую каретку и прикреплен к вспомогательной. После опускания крюка к нему прицепляется заготовленная древесина. Зацепив пачку тяговым канатом, производят ее подъем к основной каретке и затем перемещение каретки с пачкой на погрузочный пункт. Приводная лебедка обеспечивает реверсивное движение тягового каната.

Концевые опоры в установках искусственные, а в качестве промежуточных используют обычно растущие деревья, оставляемые на

трассе установки. Монтаж установки производится за 3-5 рабочих дней, демонтаж – за два рабочих дня. Для связи между рабочими используется телефон или радиопереговорное устройство.

Опыт эксплуатации этих установок показал, что объем древесины, тяготеющей к трассе установки, должен быть не менее 500 м<sup>3</sup>.

В Чехии выпускаются самоходные канатные установки LARIX 550 и LARIX 3T для первичного транспорта заготовленной древесины в полуподвесном или подвесном положении в равнинной и горной местности. Для привода и транспортировки канатной установки применяется сельскохозяйственный колесный трактор с мощностью двигателя 50-75 кВт, на который сзади навешены искусственная металлическая мачта и приводная лебедка. Канатно-блочная система состоит из несущего, тягового, грузоподъемного и вспомогательного канатов. Грузовая каретка устроена так, что сформированная и поднятая пачка автоматически фиксируется на требуемой высоте под несущим канатом. Управление движениями грузовой каретки также автоматизировано. Каретка радиоуправляемая. Конструкция муфт и тормозов барабанов и канатоведущего шкива такова, что обеспечивается относительно точное ограничение максимального натяжения канатов. Канатная установка LARIX 3T выпускается в трех модификациях.

Краткая характеристика чешских самоходных канатных установок

Тип канатной установки	LARIX 550	LARIX 3T
Дальность действия, м	550	550; 700; 850
Несущий канат: $\frac{\text{длина, м.}}{\text{диаметр, мм.}}$	$\frac{550}{16}$	$\frac{550}{16}; \frac{700}{18}; \frac{850}{16}$
Тяговый канат: $\frac{\text{длина, м.}}{\text{диаметр, мм.}}$	$\frac{1425}{11,2}$	$\frac{1625}{11,2}$
Вспомогательный канат: $\frac{\text{длина, м.}}{\text{диаметр, мм.}}$	$\frac{1000}{5}$	$\frac{1600}{5}$
Грузоподъемный канат: $\frac{\text{длина, м.}}{\text{диаметр, мм.}}$	$\frac{180}{11,2}$	$\frac{180}{12,5}$
Высота мачты, м:		
в рабочем положении	6,4	6,5
в транспортном положении	3,8	3,8
Грузоподъемность установки, т	2,0	3,0 2,5 2,0

Установки обеспечивают подтрелевку древесины к несущему канату с расстояния до 50 м.

### 13.2. Лебедки для привода канатных установок и их характеристика

Для привода в действие канатных трелевочных и трелевочно-транспортных установок применяются не самоходные и самоходные одно-, двух- и многобарабанные лебедки с количеством барабанов от 3 до 5. Одно- и двухбарабанные лебедки применяются для привода в действие подвесных трелевочных и трелевочно-транспортных установок и рассчитаны на перемещение древесины на большие расстояния. Кроме того, однобарабанные лебедки используются для монтажа канатных установок. Многобарабанные лебедки служат для привода в действие однопролетных канатных трелевочных и трелевочно-погрузочных установок. При необходимости их можно применить на лесосечных работах для штабелевки древесины. Базой для самоходных лебедок служат тракторы, а иногда и автомобили.

Для облегчения управления барабанами лебедки оснащены пневматическими фрикционными муфтами сцепления и пневматическими тормозами. Для плавного подтормаживания барабанов, применены дифференциальные золотники.

Число барабанов на лебедке зависит от количества выполняемых ею операций. На выполнение каждой операции, как правило, требуется два барабана один из которых рабочий (перемещает груз и т.п.), а второй служит для подачи прицепного оборудования к месту захвата груза (возвратный барабан).

Лебедка состоит из следующих основных узлов: двигателя, барабанов, механизма передачи от двигателя к барабанам, оборудования для управления барабанами лебедки, кабины и рамы.

*Двигатель* не самоходной лебедки дизельный, а иногда бензиновый, с воздушным или водяным охлаждением. В зависимости от развиваемого тягового усилия грузовыми барабанами мощность двигателя может быть от 37 до 132 кВт и более. В самоходных лебедках для привода барабанов обычно используется двигатель машины, на которой установлена лебедка.

*Барабаны* по назначению делятся на основные грузовые и возвратные, и на вспомогательные грузовые и возвратные. Основные барабаны служат для трелевки древесины, а вспомогательные для погрузки. Возвратные барабаны предназначены для подачи грузового каната к месту зацепки груза. Включение и выключение барабанов пневматическое. Для этого каждый барабан снабжен пневмокамерной фрикционной цилиндрической муфтой сцепления.

Грузовые барабаны, как правило, снабжены ленточными тормозами (на однобарабанных лебедках могут быть колодочные тормоза) постоянного включения.

Работа фрикционных муфт и тормозов грузовых барабанов, оборудованных пневмоприводом, блокируется. Пневмосистема выполне-

на так, что при включении фрикционной муфты сжатый воздух одновременно подается и в тормозную камеру, и барабан оказывается расторможенным. Пневматический привод позволяет применить дистанционное управление барабанами лебедки. Для плавного и надежного торможения основной грузовой (трелевочный) барабан снабжен дублированным пневмомеханическим приводом тормоза.

Возвратные барабаны имеют прижимные колодки, которые постоянно слегка подтормаживают барабан. Благодаря этому при сматывании каната с барабана не происходит самопроизвольного сбрасывания витков каната. В отдельных конструкциях лебедок возвратные барабаны имеют такие же тормоза, как и грузовые.

На лесосечных работах в странах СНГ находят применение в основном три марки лебедок: ЛЛ-8, ЛЛ-12А и ЛЛ-26Б.

*Лебедка ЛЛ-8* предназначена для трелевки и погрузки древесины на лесовозный транспорт и может применяться на выгрузке и штабелевке древесины. Лебедка – четырехбарабанная. По заказу потребителя она может выпускаться в пятибарабанном исполнении и с генератором повышенной частоты тока.

*Лебедка ЛЛ-12А* – двухбарабанная, предназначена для привода подвесных канатных трелевочных установок. По требованию потребителя лебедка может быть оснащена устройством для самозатаскивания на горный склон и канатоведущим шкивом.

*Лебедка ЛЛ-26Б* – однобарабанная и предназначена для привода канатных установок, производящих спуск древесины с гор. Для самозатаскивания на вершину склона лебедка снабжена специальным устройством. На барабане лебедки установлен мощный колодочный тормоз, так как скорость движения каретки может достигать до 10 м/с.

### **13.3. Вспомогательные приспособления для трелевки древесины канатными установками**

Канатные установки перемещают древесину (сортименты, деревья, хлысты) из лесосеки на погрузочный пункт (верхний склад) пачками объемом 2,5...5 м<sup>3</sup> при помощи стального каната. Для удобной прицепки заготовленной древесины к трелевочному канату и сокращения времени на чокеровку, формирование пачки и ее отцепку на верхнем складе канатные установки снабжаются специальными вспомогательными приспособлениями: чокерами, прицепными крюками, собирающими и соединительными канатами, блоками.

*Чокеры*, применяемые на трелевке древесины канатными установками, по конструкции такие же, как и при трелевке древесины тракторами.

*Прицепные крюки* изготавливаются продолговатой формы. Зев крюка делают равным диаметру кольца чокера или снабжают защелкой.

*Собирающий канат* имеет длину примерно 5 м, диаметр 15,5...18 мм и служит для прицепки к нему чокеров и формирования пачки.

*Соединительный канат* длиной около 5 м, применяется для соединения грузового трелевочного каната с возвратным и крепления на нем собирающих канатов в однопролетных канатных установках для полуподвесной трелевки.

*Блоки* необходимы для изменения направления движения канатов. Конструкция и размеры блоков зависят от их назначения и грузоподъемной силы. На лесозаготовках применяются в основном подвесные блоки с грузоподъемной силой 29,4 кН, 68,6 и 98 кН. При выборе блоков кроме грузоподъемной силы необходимо учитывать диаметр ролика и радиус закругления ручья в ролике. Диаметр ролика должен быть в 16 – 20 раз больше диаметра каната, а радиус закругления ручья несколько больше диаметра каната, проходящего через блок. При несоблюдении этих условий канат будет быстро изнашиваться.

Блоки грузоподъемностью 29,4 кН имеют диаметр ролика 0,2 м и предназначены для канатов диаметром 11...14 мм, грузоподъемностью 68,6 — 0,3, а 98 кН — 0,45 м предназначены соответственно для канатов диаметром 15,5...18,5 и 20...22 мм.

Производительность трелевочной установки зависит от расстояния трелевки, среднего объема трелеваемой пачки древесины, а также от почвенно-грунтовых условий, времени года и может быть определена по той же формуле, что и трелевочных тракторов.

## Лекция 14.

### 14.1. Расчет среднего расстояния трелевки

При равномерном распределении лесонасаждений по площади среднее расстояние трелевки зависит от размеров делянки и схемы расположения на ней трелевочных волоков. При оптимальных размерах делянки будем иметь и оптимальные расстояния трелевки.

Трелевочные волоки бывают пасечные и магистральные. К одному магистральному волоку примыкают несколько пасечных волоков. В отдельных случаях на лесосеке могут устраиваться только пасечные или только магистральные волоки.

**Пасечные волоки** прокладывают посередине пасек, (иногда и по их границам). Ширина пасечного волока зависит от типа трелевочной машины и составляет 3...5 м. Объем перевозимой древесины по такому волоку небольшой, а срок его действия 2...4 дня. Поэтому специальная подготовка пасечного волока не требуется. Достаточно в процессе валки леса оставить низкие пни на волоке, расчистить его от валежника и кустарника, а при глубоком снежном покрове примять снег трактором.

**Магистральные волоки** соединяют пасечные волоки с погрузочным пунктом или верхним складом. Поэтому сроки их действия более длительные и требуется некоторая подготовка этих волоков. Магистральные волоки шире пасечных на 1...2 м. Деревья на них должны быть спилены заподлицо с землей, а участки со слабыми и заболоченными грунтами – укреплены поперечным настилом из дровяной древесины, сучьев и др.

Трелевочные волоки на лесосеке необходимо располагать так, чтобы обеспечивались наиболее эффективная трелевка древесины со всей площади осваиваемой лесосеки, минимальное расстояние трелевки и максимальное сохранение жизнеспособного подроста хозяйственно ценных пород. Возможны следующие схемы расположения трелевочных волоков на лесосеке: параллельная, веерная, диагональная и радиальная. Выбор той или иной схемы расположения трелевочных волоков на лесосеке зависит главным образом от рельефа местности, почвенно-грунтовых условий, типа трелевочной и погрузочной техники, характера лесонасаждений.

Параллельная схема расположения волоков применяется на равнинных лесосеках с удовлетворительной и хорошей несущей способностью грунтов при тракторной трелевке древесины при сплошных и постепенных рубках. Она используется также при разработке лесосек валочно-пакетирующими и валочно-трелевочными машинами. Причем



намечаются обычно магистральные волокни и волокни для заезда машины в дальний конец делянки.

Веерная и диагональная схемы расположения трелевочных волоков находят применение при тракторной трелевке древесины в равнинной и холмистой местности на лесосеках, имеющих неэксплуатационные площади (куртины молодняка, поляны, болота и т.д.). Достоинством диагональной схемы по сравнению с веерной является значительное сокращение расстояния трелевки. На производстве эти схемы применяются сравнительно редко и особенно веерная.

Радиальные схемы расположения волоков на лесосеке используются при полуподвесной трелевке древесины однопролетными канатными установками. Причем радиально-веерная схема применяется при трелевке древесины канатными установками с несущим канатом, а также при тракторной трелевке, когда несущая способность грунтов на лесосеке слабая. При радиальной схеме расположения волоков расстояния трелевки значительно меньше, чем при параллельной схеме. Недостатком этой схемы является трудность разбивки лесосеки на папки.

При известных размерах делянки и схеме расположения трелевочных волоков на ней среднее расстояние трелевки определяется делением общей грузовой работы, совершенной при трелевке древесины на погруженный пункт (верхний склад), на запас древесины на делянке:

$$S_{\text{ср}} = \frac{2 \sum dR}{abq_0},$$

где  $dR$  — элементарная грузовая работа;  $a$  — ширина делянки, м;  $b$  — двойная длина делянки, м;  $q_0$  — средний запас древесины на  $1 \text{ м}^2$ ,  $\text{м}^3$ .

При параллельной схеме расположения волоков на делянке (рис. 4.1) элементарная грузовая работа

$$dR = \left( \frac{\alpha}{2} + x \right) a q_0 dx.$$

Тогда среднее расстояние трелевки

$$S_{\text{ср}} = \frac{2}{b} \int_0^{\frac{b}{2}} \left( \frac{\alpha}{2} + x \right) dx.$$

Следовательно,

$$S_{\text{ср}} = 0,5a + 0,25b \quad (14.1)$$

При примыкании волоков непосредственно к лесовозному уссу (левая часть схемы на рис. 14.1) элементарная грузовая работа

$$dR = q_0 \frac{b}{2} y dy.$$

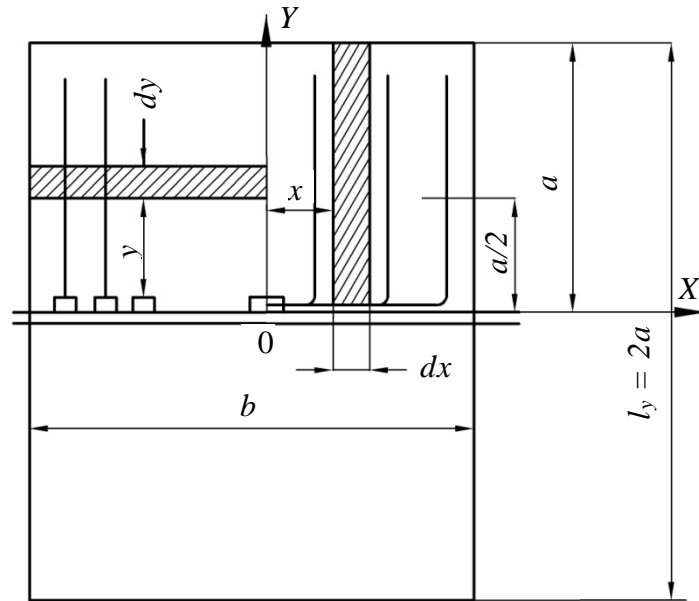


Рисунок 14.1 – Схема для расчета среднего расстояния трелевки

Тогда среднее расстояние трелевки

$$S_{\bar{m}} = \frac{1}{a} \int_0^a y dy .$$

Следовательно,

$$S_{\bar{m}} = 0,5a \quad (14.2)$$

Аналогичным методом может быть определено среднее расстояние трелевки и для других схем расположения трелевочных волоков на лесосеке.

Анализ формулы 14.1 показывает, что среднее расстояние трелевки будет наименьшим при  $b = 2a$ .

Определение грузовой работы для каждого конкретного случая в производственных условиях затруднительно. Поэтому среднее расстояние трелевки с достаточной для практических целей точностью можно определить по следующей эмпирической формуле, полученной применительно к обозначениям на рис. 14.1:

$$S_{\bar{m}} = (k_1 a + k_2 b) k_0, \quad (14.3)$$

где  $k_1$  и  $k_2$  — коэффициенты, зависящий от схемы расположения трелевочных волоков (табл. 14.1);  $k_0$  — коэффициент удлинения трелевочных волоков, зависящий в основном от рельефа местности: при тракторной трелевке  $k_0 = 1,1 \dots 1,4$ ; при трелевке канатными установками  $k_0 = 1,05 \dots 1,15$ .

Таблица 14.1.

Значения коэффициентов  $k_1$  и  $k_2$ 

Схемы расположения волоков	$k_1$	$k_2$
параллельная	0,5	0,25
веерная	0,5	0,35
радиальная	0,25	0,25
диагональная	0,4	0,2
петлевая	0,5	0,3

### 14.2. Охрана труда и окружающей среды при трелевке и подвозке древесины

**Трелевка и подвозка древесины** — трудоемкая и небезопасная операция на лесосечных работах. Во избежание травматизма на трелевке и подвозке древесины к управлению трелевочными машинами и механизмами допускаются только лица, прошедшие специальную подготовку и стажировку и имеющие удостоверение на право управления такой техникой. Все трелевочные, погрузочно-транспортные машины и механизмы должны быть оборудованы звуковой сигнализацией.

Рабочие, занятые на трелевке, должны работать с канатами и чокерами только в рукавицах, не разрешается переходить через движущиеся хлысты (деревья) и канаты, наступать на них, поправлять и трогать канаты руками. При формировании пачки рабочие должны находиться сзади на расстоянии не менее 5 м от движущихся хлыстов (деревьев).

При трелевке древесины тракторами нельзя во время движения сходить или подниматься на трактор, открывать дверь кабины, находиться вне кабины и на трелеваемых хлыстах (деревьях). Приступая к установке погрузочного щита в рабочее или транспортное положение или к опусканию пачки с погрузочного щита, тракторист должен убедиться в том, что никого нет в непосредственной близости от трактора. Включение лебедки и трогание трактора с места должно производиться по сигналу чокеровщика. Запрещается трелевка и подвозка древесины тракторами поперек склона и движение с грузом на спусках более 100%0 на передачах выше III. Освобождение хлыстов или деревьев, зажатых между пнями, следует производить после полной остановки трактора или ослабления каната. Трелевка тракторами зимой или в дождливую погоду летом на продольных склонах крутизной более 0,24 рад (14°); а в сухую погоду летом – более 0,38 рад (22°) запрещается.

Пуск в эксплуатацию канатных трелевочных и трелевочно-транспортных установок разрешается только после статических испытаний их нагрузкой, превышающей расчетную на 25%. Деревья для мачт необходимо выбирать здоровые, с хорошо развитой корневой системой. Диаметр естественной мачты в верхнем отрубе должен быть

не менее 0,25 м. Вершины и сучья на деревьях следует срезать ножовкой. Растяжки, которыми закрепляют мачты и опоры, а также наземные блоки должны якориться к здоровым, прочно сидящим в земле пням. Якорить растяжки к растущим деревьям запрещается. Блоки на мачтах, а также угловые направляющие блоки должны быть снабжены предохранительными канатными петлями. Между лебедчиком, чоке-ровщиком и другими рабочими бригады должна быть налажена четкая сигнализация. Сигнал "Стоп" лебедчик обязан выполнять независимо от того, кем он был подан. Включать барабан в работу лебедчик обязан только по сигналу тех рабочих, которые работают на соответствующих операциях. Запрещается находиться во время работы лебедки во внутренних углах канатно-блочной системы и ближе 20 м от линии несущего каната, поправлять наматываемый на барабан канат, переходить через движущиеся канаты. Осмотр и ремонт канатно-блочной системы необходимо производить только при неработающей установке. Размеры и тип канатов и блоков должны соответствовать рекомендуемым инструкцией.

Применяемые на лесосечных работах погрузочно-транспортные, трелевочные и валочно-трелевочные машины не в полной мере отвечают экологическим требованиям. Удельное давление ходовой системы этих машин на почву значительно превышает 50 кПа. При неправильном использовании трелевочной техники причиняется значительный вред окружающей среде: разрушается верхний гумусовый слой почвы, остаются на лесосеке глубокие колеи, что вызывает заболачивание почвы, уничтожается жизнеспособный подрост хозяйственно ценных пород, загрязняются почва и открытые водоемы нефтепродуктами, возникают пожары. Чтобы свести до минимума отрицательное воздействие трелевочной техники на окружающую среду, необходимо соблюдать определенные правила при ее использовании. Трелевочные волокна должны укрепляться отходами лесозаготовок (сучьями, ветвями и др.). Следует применять технологические схемы разработки лесосек, при которых трелевочная техника не повреждает жизнеспособный подрост. Нельзя использовать открытые водоемы в качестве источников воды для технических целей. Для заправки лесозаготовительной техники топливо-смазочными материалами следует применять специальные заправочные средства. Трелевочные, погрузочно-транспортные машины и другая лесозаготовительная техника в свободное от работы время должны устанавливаться вдали от стены растущего леса на специально подготовленной площадке, окруженной минерализованной полосой.

### **14.3. Заготовка древесины с подсортировкой по породам и размерно-качественным показателям**

Заготовка деревьев и хлыстов с подсортировкой их по породам (хвойные, лиственные) или по размерно-качественным показателям тонкомерные диаметром до 13 см на высоте груди и более крупные но непригодные для заготовки деловых сортиментов (условно «тонкомерные») и на деловые; условно "крупномерные", пригодные для заготовки деловых сортиментов позволяет более рационально и полно использовать отводимый в рубку лесосечный фонд. Причем при заготовке деревьев с подсортировкой по породам представляется возможным специализировать основные технологические потоки на нижнем складе на выпуск однородной продукции, что способствует повышению производительности оборудования на 25...30%. Производственный опыт показал, что наиболее целесообразна подсортировка по размерно-качественным показателям или породам не более, чем на две группы.

Однако, при заготовке древесины с подсортировкой в ряде случаев возможно снижение производительности лесозаготовительных машин и некоторое повышение стоимости заготовки древесины. Поэтому заготовка древесины с подсортировкой целесообразна, когда эффект от этого по комплексу лесосечных и лесоскладских работ будет положительным. Так, одновременная подсортировка деревьев более чем на две группы (например, еще по качеству стволов, их длине) значительно снижает производительность лесозаготовительной техники.

Подсортировывать деревья и хлысты в процессе валки и трелевки можно за счет изменения порядка выполнения отдельных операций технологического процесса. Поэтому технология разработки лесосек с подсортировкой древесины будет прежде всего зависеть от цели заготовки, применяемой техники и эксплуатационной характеристики отведенного в рубку лесосечного фонда.

При использовании бензиномоторных пил и трелевочных тракторов заготовка деревьев и хлыстов с подсортировкой по породам и размерно-качественным показателям может осуществляться следующими способами:

1) Поочередной раздельной валкой деревьев сортируемых групп и последующей раздельной их трелевкой.

2) Одновременной валкой всех сортируемых групп деревьев и последующим формированием и трелевкой пачек по группам. В последнем случае, разрабатывая пасеку, вальщик сначала на ленте валит, например, «тонкомерные» деревья вершинами от волока под углом к нему 20...30°, а затем на них, как на подкладочные валит «крупномерные» деревья вершинами к волоку под тем же углом. Таким способом разрабатывают пасеку и делянку. При этом «крупномерные» деревья окажутся сверху и будут лежать по отношению к «тонкомерным» под уг-

лом 40...60°. Так валят деревья на всех пасаках. После удаления вальщика на безопасное расстояние приступают к трелевке каждой сортотруппы деревьев за комли.

Доставленные на погрузочный пункт деревья каждой сортотруппы укладывают в отдельные штабеля.

Подсортировка в процессе трелевки приведет к снижению производительности тракторов на 5...20%.

Если разработка лесосеки ведется ВПМ, подсортировка деревьев производится путем раздельной укладки деревьев соответствующих пород (сортотруппы) на землю, а если ВТМ – путем укладки деревьев одной породы (сортотруппы) на землю, а другой – в пакетирующее устройство машины.

Подсортировка деревьев на две сортотруппы возможна также при обрезке сучьев сучкорезными машинами на верхнем складе. Для этого оператор сучкорезной машины из штабеля деревьев выбирает деревья одной сортотруппы, очищает их от сучьев и сбрасывает в штабель хлыстов. Деревья второй сортотруппы остаются в штабеле. При такой подсортировке возможно некоторое снижение производительности сучкорезной машины.

## Лекция 15

### ОЧИСТКА ДЕРЕВЬЕВ ОТ СУЧЬЕВ

#### 15.1. Место, способы и особенности очистки деревьев от сучьев

Очистка деревьев от сучьев является трудоемкой и небезопасной технологической операцией и выполняется на лесосеке, когда технологическим процессом предусматривается заготовка и вывозка с лесосеки хлыстов или сортиментов.

Очистка поваленных на лесосеке деревьев от сучьев может производиться на пасеке, трелевочном волоке или лесопогрузочном пункте (верхнем складе). Место очистки деревьев от сучьев зависит от технологического процесса лесосечных работ, наличия машин, механизмов, а также возможности использования отходов лесозаготовок. Если имеются потребители щепы из сучьев, наиболее целесообразно очищать деревья от сучьев на верхнем лесном складе или лесопогрузочном пункте, а если отсутствуют – очистку деревьев от сучьев целесообразно производить на лесосеке у пня или на волоке с оставлением их на перегнивание, что будет способствовать удобрению почвы. При этом крупные сучья желательнее измельчать на короткие отрезки и равномерно разбрасывать по территории. Очистка деревьев от сучьев на пасеке и укладка их на волоке для его укрепления целесообразны при несплошных рубках главного пользования и при разработке лесосек со слабой несущей способностью грунтов. При этом повышается проходимость по волокам лесотранспортных машин. Если заготовка сортиментов на лесосеке производится валочно-сучкорезно-раскрывочными машинами, очистка деревьев от сучьев может выполняться непосредственно на пасеке.

Очистка деревьев от сучьев может производиться при помощи механизмов и машин. Сейчас преобладает механизированная очистка деревьев от сучьев с применением мотоинструментов (легких бензиномоторных пил), сучкорезных и многооперационных машин. Механизированную очистку деревьев от сучьев производят поштучной обработкой каждого дерева.

Все случаи резания древесины при обрезке сучьев можно свести к двум основным видам: резание без образования и с образованием стружки.

При срезании сучьев клиновидными резцами без образования стружки могут удаляться остатки сломанных и предварительно укороченных сучьев, а также сучья большой длины. В первом случае порча стволовой части может и не произойти, так как сила сопротивления

перерезанию и скалыванию волокон сучьев по годичным слоям меньше сил, затягивающих резец в древесину. Во втором случае скалывание перерезанных волокон по годичным слоям не произойдет, так как сила сопротивления скалыванию волокон на большой длине велика. При этом возможны частые повреждения стволовой части древесины. Если удаление сучьев с поверхности ствола производится режущим инструментом с образованием стружки, повреждения стволовой части древесины как правило не наблюдается.

На процесс срезания сучьев без стружкообразования влияют диаметр сучьев, порода дерева, а также тип режущего инструмента и параметры его заточки. Чтобы срезать сосновый или еловый сук диаметром 6...7 см, требуется усилие примерно 20...25 кН, а для березы – 25...30 кН.

## **15.2. Инструменты и машины для очистки деревьев от сучьев и их характеристика**

На очистке деревьев от сучьев в лесу могут применяться моторные инструменты, самоходные сучкорезные или многооперационные машины (сучкорезно-раскряжевочные, валочно-сучкорезно-раскряжевочные), а также топоры. Очистка деревьев от сучьев топорами – тяжелая, малопродуктивная и небезопасная операция, которая допускается как исключение лишь в тонкомерных насаждениях.

Из моторных инструментов на очистке деревьев от сучьев применяются легкие цепные бензопилы с низким расположением рукояток, а также штанговые пилы и высоторезы. Последние используются для обрезки сучьев диаметром 0,13...0,15 м с земли на растущих деревьях в зоне будущего «комлевого бревна» на высоте до 6 м. Такая операция способствует уменьшению сучковых зон в пиломатериалах, получаемых из «комлевого бревна» после достижения деревом возраста товарной спелости.

Применение машин на очистке деревьев от сучьев позволяет полностью механизировать эту операцию, значительно повысить производительность труда и исключить ручные работы. Сучкорезные машины, как правило, работают на погрузочных пунктах (верхних складах) или в непосредственной близости от них. Сучкорезно-раскряжевочными машинами (процессорами) обрезают сучья либо на погрузочном пункте, либо на волоках, валочно-сучкорезно-раскряжевочными – как правило на пасаках и волоках.



### 15.3. Бензиномоторные пилы для очистки деревьев от сучьев и их характеристики

Переносные моторные пилы применяются на обрезке сучьев в основном в насаждениях с преобладанием лиственных пород, а также сосны и лиственницы. Наиболее приспособленными по своим весовым параметрам, производительности пиления, общему уровню шума и другим характеристикам для обрезки сучьев и вершин с поваленных деревьев являются универсальные бензиномоторные пилы "легкого" и "среднего" классов мощности. Последние часто используются одновременно для валки деревьев, обрезки сучьев и раскряжевки хлыстов на сортименты.

Из российских пил для обрезки сучьев в лесу можно использовать бензопилы "Урал-44", "Тайга-245", из зарубежных: фирмы "HUSQVARNA" моделей 340, 345, 346XP, и другие; фирмы "STIHL" моделей 020, 024WB и др., 026CW, 036QS и другие. Конструкции переносных цепных моторных пил и технические характеристики некоторых даны в предыдущих лекциях.

Наряду с универсальными для обрезки сучьев на растущих деревьях за рубежом созданы и эксплуатируются специализированные пилы – высоторезы. Их режущая головка, закрепленная на конце телескопической штанги (рукоятки) длиной от 2 до 6 метров, представляет собой консольный цепной пильный аппарат. Универсальная Г-образная пильная цепь приводится в действие от двухтактного бензинового двигателя, который имеет встроенный стартер и крепится на противоположном конце штанги. Высоторез одевается на ремне через плечо обрезчика.

В Германии на базе узлов бензиномоторной пилы "STIHL" мощностью 2,5 кВт разработано полуавтоматическое устройство для обрезки сучьев на растущих деревьях KS 31, работающее по принципу "железная обезьяна". Имея всегда вертикально расположенный пильный аппарат, устройство может со скоростью до 2,5 м/мин по винтовой линии подниматься или опускаться по стволу дерева, благодаря чему при его подъеме одновременно происходит срезание сучьев, находящихся в зоне пильного аппарата. Винтовое движение обеспечивают четыре колеса с резиновым покрытием, расположенные под углом около 30° к горизонту, прижимаемые к стволу дерева пружинами и приводящиеся во вращение от бензиномоторного двигателя. Двигатель крепится к двухрядной трубчатой кольцеобразной раме так, чтобы пильный аппарат как бы скользил по поверхности ствола дерева. Кольцеобразная рама состоит из двух раскрывающихся половин, соединенных между собой шарниром. В раскрытом положении она надевается на ствол дерева на высоте около 1 м от уровня земли, закрывается обрезчиком сучьев охватывая ствол. С помощью пульта дистан-

ционного управления обрезчик увеличивает обороты двигателя, и устройство начинает подъем и обрезку сучьев. Когда устройство достигнет требуемой высоты, обрезчик подает команду на изменение направления вращения приводных колес и устройство в обратном порядке опускается вниз. Раскрыв раму, обрезчик переносит устройство к новому дереву и цикл повторяется.

#### **15.4. Технология и приемы работы на очистке деревьев от сучьев бензиномоторными пилами**

В состав работ по очистке поваленных деревьев от сучьев входят отделение сучьев от ствола, обрезка вершин, сбор в кучи сучьев и вершин для последующего использования, перегнивания или сжигания. При очистке деревьев от сучьев на лесосеке сучья обычно измельчаются на куски и разбрасываются по территории лесосеки для перегнивания. Приемы работы на очистке деревьев от сучьев зависят от применяемого инструмента и места выполнения этой операции.

Обрезка сучьев переносными цепными мотопилами может производиться либо одним рабочим - мотористом либо звеном из двух человек: мотористом и помощником. Сучья удаляются с каждого дерева в отдельности. Срезать сучья необходимо, двигаясь от комля к вершине, и во время обрезки находиться с левой по ходу движения стороны ствола дерева.

Наибольшее распространение получили шести - и трехсекционный методы. Шестисекционный метод применяется при обрезке не очень толстых сучьев, когда расстояние между мутовками до 70 см. Ствол дерева по длине сучковой зоны условно разделяется на участки длиной около 70 см и на каждом из них выполняется полный цикл операций, состоящий из шести разных приемов. Нижние сучья спиливают в направлении от вершины к комлю, предварительно повернув ствол дерева, верхней или нижней ветвью цепи.

Трехсекционный метод рекомендуется при срезании крупных сучьев с расстоянием между мутовками более 70 см.

Бензиномоторные пилы используют также в комплекте с сучкорезными и многооперационными машинами при разработке смешанных древостоев с преобладанием березы и осины. Ими срезают крупные сучья.

Сменная производительность моторных инструментов и производительность труда на очистке деревьев от сучьев зависят от среднего объема хлыста, породы, применяемого механизма, места очистки деревьев от сучьев и колеблются в широких пределах: от 8 до 40 м<sup>3</sup> на чел.-день. Перенесение места очистки деревьев от сучьев с лесосеки на погрузочный пункт позволяет повысить производительность труда в 1,5...2 раза.

## 15.5. Самоходные сучкорезные машины, их характеристика и особенности конструкций

Для очистки деревьев от сучьев на лесосеке в странах СНГ находят применение самоходные сучкорезные машины для поштучной обработки деревьев. Самоходная сучкорезная машина состоит из базовой машины и навесного технологического оборудования. В качестве базовой машины могут использоваться гусеничные или колесные тракторы, а также экскаваторы.

Технологическое оборудование сучкорезной машины со стрелой включает следующие основные узлы: сучкорезную головку; механизм подачи дерева в обработку; протаскивающий механизм с приводом от лебедки; приемную головку; стрелу; опорную ферму, гидросистему.

*Сучкорезная головка* одностадийного силового резания имеет три ножа. Сучкорезные головки силового резания различаются конструктивным исполнением, местом и способом крепления ножей, способом раскрытия ножей и др. При двухстадийной обрезке сучьев вторая стадия (доочистка) может выполняться дополнительными 2...3 ножами силового резания, смещенными и повернутыми относительно первых на некоторый угол.

*Механизм подачи* деревьев в обработку служит для захвата очередного дерева с пачки и подачи его в сучкорезную головку. Им может быть гидроманипулятор, установленный на базовой машине или два рычага сучкорезной головки. В последнем случае машина имеет меньшую массу и большие технологические возможности.

*Протаскивающий механизм* служит для протаскивания дерева через сучкорезную головку. Он может быть циклического и непрерывного действия. В протаскивающих механизмах непрерывного действия отсутствует холостой ход, они более производительны и компактны.

Протаскивающий механизм циклического действия состоит из захвата, канатно-блочной системы и лебедки. Канатно-блочная система и лебедка служат для привода в действие захвата. В состав канатно-блочной системы входят тяговый (рабочий) и возвратный (холостой) канаты и направляющие блоки.

Протаскивающие механизмы циклического действия при необходимости снабжаются устройствами для сброса хлыстов, автоматической остановки захвата в конце рабочего и холостых ходов и удержания захвата от перемещения при открытии и закрытии последнего.

Протаскивающий механизм непрерывного действия может быть вальцовым или гусеничным (применяется реже). Рифленая поверхность

вальцов, часто прорезиненная, обеспечивает хорошее сцепление со стволом, что позволяет развивать большое протаскивающее усилие.

*Приемная головка* служит для поддержания ствола при протаскивании обрабатываемого дерева и частичной доочистки от сучьев с его нижней части.

*Стрела* – металлическая, сварная и на ней монтируются основные узлы технологического оборудования: сучкорезная и приемная головки; захват; приводная лебедка. Длина стрелы 9...11 м. Стрела навешивается шарнирно на кронштейне опорной фермы, установленной на базовой машине, и при помощи гидроцилиндров может наклоняться и поворачиваться в горизонтальной плоскости для установки в рабочее или транспортное положение. В рабочем положении стрела располагается перпендикулярно продольной оси трактора.

Российские машины ЛП-30Г, ЛП-33А предназначены для срезания сучьев с предварительно поваленных и сформированных в пачки или штабеля деревьев хвойных и лиственных пород на лесосеках с удовлетворительной и хорошей несущей способностью грунтов с уклоном не более 10°. Машины ЛП-30Г рекомендуется применять при разработке лесонасаждений со средним объемом хлыста 0,14...0,35 м<sup>3</sup>, а ЛП-33А – в лесонасаждениях со средним объемом хлыста 0,35...0,8 м<sup>3</sup>. Сучкорезные машины аналогичны по конструкции и принципу работы и отличаются в основном базовой машиной, а также системой управления навесным технологическим оборудованием, которая на более новых машинах является электрогидравлической. У машины ЛП-30Г базой является трактор ТЛТ-100А, а у машины ЛП-33А – трактор ТТ-4М-01.

В странах СНГ, США, Канаде на очистке деревьев от сучьев на погрузочных пунктах и верхних складах получили широкое применение сучкорезные машины циклического действия со стрелой. Отличием зарубежных сучкорезных машин циклического действия является то, что навесное технологическое оборудование монтируется у них, как правило, на экскаваторной базе и стрела телескопическая.

В настоящее время в России освоен выпуск сучкорезной машины СМ-33, которая должна заменить машину ЛП-30Г

Для обрезки сучьев с одновременной валкой и (или) раскряжевкой хлыстов на сортименты в условиях лесосеки разработаны валочно-сучкорезно-раскряжевочные (харвестеры) и сучкорезно-раскряжевочные (процессоры) машины, сведения о которых будут даны ниже. Такие машины находят широкое применение в скандинавских и многих других странах мира с развитой лесной промышленностью.

Однако ранее созданные такие машины морально устарели, а новые являются опытными образцами и поэтому не рассматриваются.

### **15.6. Технология и организация работ на очистке деревьев от сучьев самоходными сучкорезными машинами**

Исходя из конкретных производственных условий обрезка сучьев самоходными сучкорезными машинами может производиться: на лесопогрузочном пункте (верхнем складе) или промежуточном складе, на пасеке; на трассе лесовозного уса при его строительстве; с подсортировкой или без подсортировки хлыстов.

Основным местом работы сучкорезных машин является лесопогрузочный пункт (верхний склад). Здесь в состав работ по машинной очистке деревьев от сучьев входят разбор пачки и поштучная подача деревьев в сучкорезную головку, обрезка сучьев, сброс хлыстов в штабель, уборка в сторону сучьев в процессе работы, переезды машины вдоль штабеля деревьев на рабочей площадке или от одного штабеля деревьев к другому. Машина обслуживается одним рабочим – оператором.

Для работы сучкорезной машины вдоль лесовозного уса на лесосеке устраивают несколько рабочих площадок (4...5 площадок на 10 га) так как машина имеет высокую маневренность и это дает возможность организовать работу на обрезке сучьев при необходимости в две смены. Площадка по возможности должна быть ровной с плотными грунтами и иметь размеры по ширине до 50 м, по длине (вдоль уса) до 60 м. Штабель деревьев на площадке должен отстоять от оси лесовозного уса на расстоянии не менее 8 м, а его глубина (длина) не должна превышать 30 м, чтобы не усложнять работу челюстного лесопогрузчика.

Применение самоходных сучкорезных машин позволяет при необходимости сортировать в процессе обрезки сучьев хлысты по длине, породам или диаметрам. Сортировка хлыстов по длинам обеспечивается величиной их протаскивания и некоторым поворотам стрелы.

Обрезка сучьев с деревьев на лесосеке возможна как после валки их бензиномоторными пилами, так и валочно-пакетирующими машинами. При этом деревья должны валиться под углом к направлению движения сучкорезной машины. Обработку поваленных деревьев начинают с крайнего правого ряда.

Самоходные сучкорезные машины могут работать автономно или в комплекте с другими лесозаготовительными машинами. Очистку деревьев от сучьев целесообразно вести одновременно с разработкой лесосеки. В

зимний период работа сучкорезных машин из запаса нежелательна, так как возможно смерзание крон деревьев и примерзание их к земле.

Применение машин на очистке деревьев от сучьев позволяет полностью механизировать эту операцию, значительно повысить производительность труда и исключить ручной труд.

Производительность самоходной сучкорезной машины ( $\text{м}^3/\text{смену}$ ) для поштучной обработки деревьев с протаскивающим механизмом циклического действия определяются по формуле:

$$\Pi_{\text{см}} = [(T - t_{\text{п-з}}) \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot V_x] / t_{\text{ц}}, \quad (15.1)$$

где  $T$  – продолжительность смены, с;  $t_{\text{п-з}}$  – время на выполнение подготовительно – заключительных операций, с; (приблизительно 2000 с);  $\varphi_1$  – коэффициент использования рабочего времени с учетом переездов машины с одной технологической стоянки на другую:  $\varphi_1 = 0,6 \dots 0,8$ ;  $\varphi_2$  – коэффициент загрузки машины:  $\varphi_2 = 0,85$ ;  $V_x$  – средний объем обрабатываемого дерева,  $\text{м}^3$ ;  $t_{\text{ц}}$  – продолжительность обработки одного дерева, с;

$$t_{\text{ц}} = t_1 + t_2 \cdot n + t_3 + t_4 \cdot n + t_5 + t_6,$$

где  $t_1$  – время на подвод стрелы к дереву, захват и подачу в сучкорезную головку, с;  $t_2$  – время на один захжим дерева захватом протаскивающего механизма, с;  $n$  – количество захватов (перехватов) дерева при его протаскивании через сучкорезную головку, с;  $t_3$  – время протаскивания дерева через сучкорезную головку, с;  $t_4$  – время на одно открытие захвата протаскивающего механизма, с;  $t_5$  – время возврата захвата протаскивающего механизма в исходное положение, с;  $t_6$  – время на сброску хлыста в штабель, с

Для машин ЛП–30Г и ЛП–33А в среднем  $t_{\text{ц}} = 40 \dots 50$  с.

Количество захватов дерева

$$n = (L_x - l_k) / S_{\text{max}},$$

где  $L_x$  – средняя длина обрабатываемого дерева, м;  $l_k$  – расстояние от комлевого торца дерева до места первого захвата, м ( $l_k \approx 1,5 \dots 2,5$  м);  $S_{\text{max}}$  – максимальный ход захвата протаскивающего механизма, м.

$$t_3 = (L_x - l_k) / v_{\text{п}}; \quad t_5 = n \cdot S_3 / v_{\text{в}},$$

где  $S_3$  – путь возврата захвата, м;  $v_{\text{п}}$  и  $v_{\text{в}}$  – соответственно, средние скорости протаскивания дерева и возврата захвата в исходное положение, м/с.

Для машин с протаскивающим механизмом непрерывного действия, осуществляющих протаскивание дерева через сучкорезную головку в один прием (без перехватов)

$$t_{\text{ц}} = t_1 + t_2,$$

где  $t_1$  – время подачи рабочего органа (дерева к нему) и захват дерева, с:  $t_1 = 8 \dots 18$  с;  $t_2$  – время протаскивания дерева, с;

$$t_2 = k_d \cdot (L_x - l_k) / v_{п},$$

где  $k_d$  – коэффициент увеличения времени протаскивания из-за проскальзывания подающих органов и более медленной обработки криволинейных участков ствола дерева ( $k_d=1,1 \dots 1,4$ ). Для машин, у которых протаскивающий механизм крепится на рукояти манипулятора  $l_k=3 \dots 6$  м, т.к. захват дерева производится максимально близко к началу сучковой зоны.

На производительность сучкорезных машин существенное влияние оказывает средний объем хлыста, скорость протаскивания дерева через сучкорезную головку и квалификация оператора. С увеличением среднего объема хлыста и скорости протаскивания производительность сучкорезной машины возрастает, так как сокращается время на обработку  $1 \text{ м}^3$  древесины.

### **15.7. Основные правила безопасной работы на очистке деревьев от сучьев**

На организацию лесосечных работ при обрезке сучьев распространяются все требования «Правил по охране и безопасности труда в лесной, деревообрабатывающей промышленности и в лесном хозяйстве». Очистку деревьев от сучьев выполняют в соответствии с утвержденной технологической картой на разработку данной лесосеки.

Обрезчик сучьев должен пользоваться средствами индивидуальной защиты. Перед началом работы он обязан удостовериться в исправности сучкорезной техники. Работать неисправной техникой не разрешается.

При очистке сваленных деревьев от сучьев моторным инструментом необходимо соблюдать следующие правила: обрезать (обрубать) сучья в направлении от комля к вершине дерева.

Не разрешается обрезать сучья: стоя на поваленном дереве или седлая его; у неустойчивого лежащего дерева без его укрепления; у деревьев, лежащих на щите трактора, на штабеле, в пачке во время трелевки.

Запрещается: приближаться к обрезчику с мотопилой – на расстояние менее 2 м; срезать сучья концевой частью пильного аппарата; менять положение ног до окончания рабочего цикла при обрезке сучьев, если пильная шина не находится на противоположной стороне ствола дерева, а корпус пилы не опирается о его ствол; работать затупившейся пильной цепью, выполнять ремонт и заправку бензопилы, при работающем двигателе; отбрасывать руками сучья во время обрезки.

К работе на сучкорезной машине допускаются рабочие, прошедшие медицинское освидетельствование, обучение и имеющие удостоверение на

право управления машиной. Приступая к работе, машинист обязан убедиться в исправности всех узлов машины и технологического оборудования, сигнализации, ограждающих устройств. Необходимо также убедиться в наличии огнетушителя и аптечки, при необходимости выполнить мероприятия по предупреждению загораний. После запуска двигателя машинист должен опробовать все механизмы в холостую, а перед началом движения машины обязательно убедиться в отсутствии вблизи и на пути движения людей и посторонних предметов, а также дать предупредительный звуковой сигнал.

Технологическое оборудование сучкорезных машин при передвижении от одного штабеля деревьев к другому должно находиться в транспортном положении.

Расстояние в 10 м по периметру от штабелей или отдельных деревьев или хлыстов, обрабатываемых сучкорезной машиной вне штабеля, является опасной зоной, которую со стороны вероятного передвижения людей (лесовозный ус, трелевочный волок и др.) следует оградить знаками безопасности.

После завершения работы машина ставится на стоянку в соответствии с противопожарными требованиями. Все технологическое оборудование приводится в транспортное положение, выключаются насосы, двигатель, отключается аккумулятор.



## Лекция 16

### РАСКРЯЖЕВКА ХЛЫСТОВ, СОРТИРОВКА СОРТИМЕНТОВ, ШТАБЕЛЕВКА ДРЕВЕСИНЫ НА ЛЕСОСЕКАХ

#### 16.1. Место и способы раскряжевки хлыстов на сортименты, целесообразность раскряжевки хлыстов на лесосеке

Поперечное деление хлыстов на лесоматериалы, удовлетворяющее требованиям ГОСТов на лесопroduкцию, называется **раскряжевкой**. Лесоматериалы принято называть сортиментами. Они различаются по назначению, породам, размерам и сортам.

**Бревнами** называют сортименты, предназначенные для использования в круглом виде или в качестве сырья для выработки пиломатериалов общего назначения. **Кряжами** принято называть сортименты, идущие для выработки специальных видов лесопroduкции. Кряжи длиной, соответствующей необходимой для обработки на станках, называют **чураками**. **Балансы** – это круглые или колотые лесоматериалы, предназначенные для производства целлюлозы и древесной массы. **Долготье** представляет собой отрезок хлыста, длина которого кратна длине получаемого сортимента и включает припуск на раскряжевку.

Все лесоматериалы подразделяют на три группы: мелкие – для хвойных пород от 6 до 13 см и лиственных от 8 до 13 см; средние – от 14 до 24 см и крупные – от 26 см и выше. В зависимости от назначения длина круглых лесоматериалов изменяется от 0,5 м (для изготовления ружейных лож) до 17 м (для мачт судов). Сортименты длиной до 2 м включительно называются короткомерными, а свыше 6,5 – длиномерными.

В зависимости от принятого технологического процесса лесозаготовок раскряжевка хлыстов на сортименты может выполняться непосредственно на лесосеке, верхних и нижних складах, биржах сырья перерабатывающих предприятий, потребляющих в качестве сырья хлысты. Сложившаяся технология вывозки хлыстов на нижний склад с последующей раскряжевкой в настоящее время нуждается в некотором пересмотре и замене в ряде случаев на другие технологические процессы. Это предопределяется комплексной механизацией работ непосредственно в лесу, экономической перестройкой, продажей леса с аукционов, включением в лесозаготовительное производство мелких фирм, концепциями многоцелевого использования и устойчивого функционирования лесов, все возрастающими ограничениями на руб-

ках главного пользования, необходимостью лесной сертификации и упрощения транспортно-технологической схемы освоения лесфонда.

В этой связи раскряжевка хлыстов на сортименты на лесосеке или верхнем складе рекомендуется: при заготовке ограниченного количества сортиментов и вывозке их непосредственно на склады потребителей; при вывозке древесины потребителям по дорогам общего пользования, а также с поворотами малых радиусов или с крутыми подъемами и спусками; при выполнении несплошных рубок главного пользования и рубок ухода; при разработке малых по площади и запасам деконцентрированных лесосек; в однородных и одновозрастных насаждениях при эксплуатации лесных машин достаточно высокой надежности и оснащенных автоматизированными системами управления и контроля. В некоторых случаях заготовка сортиментов на лесосеке ведется при трелевке древесины канатными установками. Выбор той или иной технологии, как и системы машин, должен определяться для конкретных предприятий и регионов путем определения экономической целесообразности.

Раскряжевка хлыстов на лесосеке может выполняться бензиномоторными пилами и специальными многооперационными машинами, непосредственно у пня, на трелевочном волоке (технологическом коридоре), на лесопогрузочном пункте (верхнем складе). Раскряжевка хлыстов бензиномоторными пилами на лесосеке трудоемка и менее производительна. Однако благодаря внедрению легких высокопроизводительных универсальных бензиномоторных пил, рациональных приемов и способов работы с ними, минимальному отрицательному воздействию на лесную среду, а также в связи с дефицитом ВСРМ и СРМ и наличием форвардеров раскряжевка хлыстов на лесосеке переносным моторным инструментом в Беларуси и странах СНГ в ближайшей перспективе будет преобладать, особенно при постепенных рубках и рубках ухода.

Раскряжевка хлыстов бензиномоторными пилами производится индивидуальным методом, сущность которого заключается в визуальной оценке качества хлыста с учетом внешних и внутренних пороков, которые оцениваются раскряжевщиком после каждого пропила. Разметку и раскряжевку начинают с комля – наиболее ценной части хлыста. Длина хлыста определяет суммарный набор длин сортиментов, а диаметр, порода, степень сбежистости, наличие пороков – целесообразность получения тех или иных сортиментов. Хлысты раскряжевывают на сортименты, руководствуясь ГОСТами на круглые лесоматериалы. Оптимальность раскряжевки определяется объемным выходом деловой древесины, выходом плановых сортиментов и товарным вы-

ходом сортиментов в стоимостном выражении (суммой денег, вырученной от их продажи).

Чтобы уменьшить потери древесины, длину сортиментов необходимо отмерять точно в соответствии с установленными ГОСТом допусками и учитывать сбежистость и кривизну ствола. При уменьшении длины бревна по сравнению с нормативной, оно переводится в группу более коротких сортиментов, а при завышении – излишек не учитывается при определении объема бревна.

Если хлыст имеет порок на одном участке ствола, его необходимо вырезать. В таком случае раскряжевка может производиться от места вырезки.

Чтобы уменьшить потери древесины сильно сбежистые стволы целесообразно раскряжевывать на короткие сортименты. При большой сучковатости стволов следует стремиться к тому, чтобы влияние сучков на качество сортиментов было по возможности меньшим.

Потери деловой древесины при раскряжевке хлыстов на сортименты вследствие пороков могут быть велики. Поэтому раскряжевку хлыстов должны выполнять рабочие, хорошо знающие пороки древесины и нормы их допуска в различных сортиментах согласно действующим ГОСТам на круглые лесоматериалы. Чтобы общая стоимость заготовленных сортиментов была наибольшей, также необходимо хорошо знать очередность заготовки сортиментов и последовательность их расположения по ценности и значимости в качественном ряду.

## **16.2. Раскряжевка хлыстов на сортименты бензиномоторными пилами**

На раскряжевке хлыстов на сортименты применяют те же универсальные бензиномоторные пилы, что и на валке деревьев. Конструкции этих пил и технические характеристики некоторых даны в предыдущих лекциях.

При раскряжевке хлыстов резы должны быть перпендикулярны к продольной оси хлыста. Козырьки, образующиеся при валке деревьев, должны быть спилены, скос пропила не должен превышать 1/10 диаметра спиленного торца.

При заготовке сортиментов на пасеке, как правило, предусматривается последовательное выполнение операций валки дерева, обрезки сучьев, раскряжевки хлыста и окучивания сортиментов. Для этого желательно, чтобы рабочий, помимо бензиномоторной пилы, имел комплект индивидуальных подсобных инструментов, которые могут крепиться к поясу спецодежды. В целях минимизации затрат физической энергии на обработку одного дерева или группы деревьев целесообразно совмещение операций.

Совмещенные приемы труда на обрезке сучьев и раскряжевке хлыстов бензиномоторной пилой выполняются по методу Бушмана. После валки дерева моторист закрепляет конец рулетки за комель и, продвигаясь вдоль хлыста с левой его стороны, обрезает сучья с трех сторон бензиномоторной пилой. Рулетка разматывается и моторист видит длину обработанной части ствола. Когда очищенная часть ствола от сучьев достигает длины выпиливаемого сортимента, моторист перерезает хлыст, рывком подтягивает рулетку, освобождая ее концевой фиксатор, и она сматывается. Затем он поворачивает отрезанный сортимент и начинает обрезку сучьев и раскряжевку оставшейся части хлыста. Возвращаясь, моторист обрезает сучья, которые находились на нижней стороне хлыста.

Если после валки дерева хлыст необходимо переместить в зону раскряжевки, то при движении вдоль ствола от комля к вершине моторист обрезает сучья и надрезами нижней и верхней ветвью пильной цепи соответственно сверху и снизу отмечает места раскряжевки. После обрезки сучьев хлыст по предварительно поваленному дереву перекатывается в зону раскряжевки и раскряжевывается на сортименты при движении в обратную сторону. Наличие подкладочного дерева (хлыста), которое валят на заранее заготовленные сортименты или микровозвышения, существенно облегчает процесс обрезки сучьев. В этом случае обрабатываемое дерево приподнято над поверхностью земли на 50...70 см и рабочему почти не приходится сгибаться. Поочередное выполнение валки, обрезки сучьев, раскряжевки и окучивания сортиментов постоянно позволяет мотористу менять рабочую позу, что исключает монотонность труда, снижает вредное воздействие пилы, обеспечивает равномерную нагрузку на все группы мышц.

Окучивание сортиментов имеет целью создание из них минипачек с грубой подсортировкой для ускорения набора воза форвардером. Длинномерные сортименты окучиваются по два-три в пачку, при необходимости перемещая их вдоль оси с помощью крючьев. Короткомерные сортименты вручную с помощью захватов подносятся в зону действия гидроманипулятора погрузочно-транспортной машины. Для облегчения физических усилий при окучивании сортиментов может применяться метод подтаскивания не полностью раскряжеванного хлыста (с перемычками) манипулятором форвардера. Им захватывают ближайший конец хлыста, расположенный в зоне досягаемости манипулятора, подтаскивают его к волоку, где "разламывают" на сортименты.

Все операции по заготовке сортиментов осуществляет звено из двух человек.

Способы разработки пасек и лесосек при заготовке сортиментов даны в лекции 10.

### **16.3. Многооперационные машины для заготовки сортиментов и особенности их конструкций**

Многооперационные машины для заготовки сортиментов в условиях лесосеки используются с середины 70-х годов XX века. По конструкции технологическое оборудование этих машин состоит из различного набора функциональных специализированных (загрузочный, протаскивающий, сучкорезный, раскряжевочный, грузовой и др.) и комбинированных (захватно-сучкорезный, сучкорезно-протаскивающе-раскряжевочный и др.) модулей. Поэтому в зависимости от конструкции технологического оборудования процессоры и харвестеры подразделяются на одномодульные и многомодульные, а в зависимости от расположения и привода технологического оборудования на самоходные и прицепные.

Самоходные харвестеры и процессоры состоят из базовой машины и технологического оборудования, которое монтируется на базовой машине. В качестве базы могут использоваться гусеничные и колесные тракторы с колесной формулой от 4К4 до 8К8, а также экскаваторы и специализированные функциональные шасси с энергетической установкой.

Навесное технологическое оборудование состоит из гидроманипулятора и валочно-сучкорезно-раскряжевочного модуля (у процессоров – сучкорезно-раскряжевочный модуль), который крепится на конце рукояти манипулятора. Модуль снабжен механизмами для валки деревьев (у харвестеров), раскряжевки хлыстов, обрезки сучьев, протаскивания дерева через сучкорезный механизм и устройством для отмера длин выпиливаемых сортиментов. Конструктивной особенностью одномодульных харвестеров является то, что рукоять манипулятора может иметь вылет от 7 до 12 м. Это позволяет сохранять подрост, исключает перехваты обрабатываемого дерева, обеспечивает выпилку неограниченного количества сортиментов.

Двухмодульные харвестеры оснащаются валочным механизмом, установленным на манипуляторе, и сучкорезно-раскряжевочным устройством (процессорным агрегатом), расположенным на самоходном шасси. Такие машины менее технологичны, но позволяют работать в лесонасаждениях с большим средним объемом хлыста. После валки дерева, оно переносится для обрезки сучьев и раскряжевки в процессорный агрегат (модуль), иногда имеющий приемный стол. Возможность поворота процессорного агрегата в горизонтальной плоскости и двухсторонняя сброска выпиленных сортиментов с приемного стола позволяют формировать несколько пачек в пределах угла поворота (до 270°), осуществляя предварительную подсортировку лесоматериалов.

В опытным порядке применяют форвестеры объединяющие в себе "харвестерную" и "форвардерную" системы.

Процессорами производят заготовку сортиментов на лесосеке или лесопогрузочном пункте. В первом случае они перемещаются по волоку и обрабатывают поваленные деревья, а во втором – обрабатывает деревья, уложенные в штабель на погрузочном пункте (верхнем складе). Технологическое оборудование процессоров включает сучкорезно-раскряжевочный и загрузочный модули.

Сучкорезная головка харвестеров и процессоров снабжена жесткими ножами силового резания (обычно три – пять поджимающихся ножей, изогнутых по дуге и наилучшим образом копирующих профиль ствола). Жесткие ножи силового резания выполняются как с односторонней, так и с двухсторонней режущими кромками.

Харвестеры и процессоры как правило снабжены консольной цепной пилой, а иногда и круглой пилой. Применение круглой пилы обеспечивает повышенную, по сравнению с цепными пилами, скорость резания, уменьшает возможность появления сколов на торцевых поверхностях сортиментов и снижает эксплуатационные затраты. Однако она более громоздка и преимущественно устанавливается на процессорах, работающих на погрузочных пунктах и лесных складах. У одномодульных харвестеров цепной пильный механизм выполняет как спиливание дерева, так и раскряжевку хлыста.

Современные зарубежные харвестеры и процессоры оборудованы средствами автоматизации, контроля и управления, включая, как правило, мини-компьютеры, обеспечивающие выполнение операций по валке, обрезке сучьев, раскряжевке и подсортировке сортиментов в автоматическом режиме и учитывающие произведенную продукцию с выдачей ее при необходимости и на дисплей.

В настоящее время в Беларуси при заготовке сортиментов находят применение харвестеры фирм Джон Дир, Понссе, Камацу и др. Это высокопроизводительные и эффективные машины, но они имеют высокую стоимость. В целях удешевления заготовки древесины их рекомендуется использовать в две смены. Освоен выпуск харвестеров и в Беларуси ОАО «Амкодор» (харвестер Амкодор 2551) и Минским тракторным заводом (харвестеры МЛХ-424 и МЛХ-434), которые значительно дешевле зарубежных, так как выпускаются на колесной базе 6К6 собственного производства.

Из процессоров для предприятий Беларуси представляют интерес процессоры СМ-35 производства РФ и навесные процессоры Хипро 450, Хипро 755 и некоторые другие, выпускаемые в скандинавских странах.

Процессор СМ-35 выполнен на базе трактора ТТ-4М-01. Навесное технологическое оборудование процессора СМ-35 состоит из гидромани-

пулятора, счкорезно-раскряжевочного агрегата и гидросистемы. Гидроманипулятор расположен за кабиной трактора, а сучкорезно-раскряжевочный агрегат – на задней части рамы трактора. Такая компоновка машины обеспечивает сравнительно равномерное распределение нагрузки от манипулятора и обрабатываемого дерева на ходовую систему трактора.

Гидроманипулятор шарнирно-рычажный с удлинителем. Вылет манипулятора от 2 до 8 м, что позволяет с одной позиции машины обрабатывать значительное количество деревьев. По конструкции он аналогичен гидроманипуляторам, применяемым на других лесных машинах.

Сучкорезно-раскряжевочный агрегат установлен на раме трактора шарнирно, что обеспечивает хорошую его ориентацию относительно оси обрабатываемого дерева. Сучкорезная головка снабжена четырьмя ножами силового резания и обеспечивает срезание сучьев диаметром до 15 см. Протаскивающий механизм гусеничный. Для раскряжевки хлыстов применен цепной пильный механизм.

Навесные процессоры скандинавских стран приводятся в действие от общепромышленных колесных тракторов с мощностью двигателя 60-90 кВт (МТЗ-82Л, МТЗ-1221)

#### **16.4. Заготовка сортиментов валочно-сучкорезно-раскряжевочными и сучкорезно-раскряжевочными машинами**

Машинный способ раскряжевки хлыстов по сравнению с ручным обладает рядом преимуществ: более производительен, исключает ручной труд на раскряжевке, в большей степени отвечает требованиям охраны труда. Кроме того, создаются более благоприятные условия для качественной раскряжевки хлыстов.

При использовании процессора механизмируются обрезка сучьев, раскряжевка хлыстов и окучивание сортиментов. Процессор, как правило, при работе перемещается задним ходом. В зоне действия захватного механизма обязательно должны находиться комель или вершина дерева. Сначала дерево подтаскивают в зону обработки. У процессоров, имеющих механизм подачи непрерывного действия, если захват осуществлен за вершину, подтаскивание может совмещаться с обрезкой сучьев. Во время подтаскивания оператор оценивает хлыст и принимает решение о варианте его раскряжевки. Обработка начинается с откомлевки козырька, после чего сразу включается механизм подачи и происходит обрезка сучьев и раскряжевка хлыста. Раскряжевку ведут в автоматическом режиме по выбранной программе или индивидуально. По мере раскряжевки сортименты окучиваются, а процессорами, имеющими приемный стол, и подсортировываются. Сучья при необходимости перемещаются вперед процессора, тем самым,

укрепляя трассу его передвижения. Когда обработаны все хлысты с одной стоянки, процессор переезжает на следующую стоянку.

Харвестер во время работы в зависимости от конструкции перемещается задним либо передним ходом. С любой стоянки им производится валка и обработка деревьев, растущих в рабочей зоне гидроманипулятора. Перед захватом очередного дерева технологическое оборудование поворачивают в вертикальное положение и направляют на дерево, которое захватывают по возможности ниже с противоположной стороны от направления валки и спиливают. Рукоятью гидроманипулятора осуществляется толчок и дерево падает на растущий лес, что гасит скорость падения и предотвращает резкие динамические усилия на грейфер и гидроманипулятор. Далее дерево обрабатывают аналогично как процессором.

Информационная система харвестеров позволяет устанавливать связь между оператором харвестера и лесопильным предприятием. Лесопильное предприятие имеет возможность следить за процессом заготовки древесины и постоянно располагать информацией об ее объеме, длине сортиментов.

При техническом перевооружении отрасли машинная заготовка древесины является естественным результатом совершенствования рабочих условий. Как показал опыт работы скандинавских стран, машинная заготовка выгодна тем, что она практически исключает травматизм, упрощает организацию и контроль работ. Вместе с тем она требует высокой квалификации машинистов и многосменного режима работы.

### **16.5. Расчет производительности сучкорезно-раскряжевочных и валочно-сучкорезно-раскряжевочных машин**

Производительность сучкорезно-раскряжевочной машины может быть определена по той же формуле, что и сучкорезных машин, но время цикла обработки дерева будет другим (большим). Оно возрастает на величину времени, необходимого для отпиливания сортиментов, и формула примет вид

$$P_{\text{см}} = \frac{(T - t_{\text{п-з}}) \varphi_1 V_{\text{хл}}}{t_1 + t_2 n + t_3 + t_{\text{пил}} n + t_4 n + t_5}, \text{ м}^3, \quad (16.1)$$

где  $T$  – продолжительность смены, с;  $t_{\text{п-з}}$  – время на выполнение подготовительно-заключительных операций, с;  $\varphi_1$  – коэффициент использования рабочего времени;  $V_{\text{хл}}$  – средний объем хлыста,  $\text{м}^3$ ;  $t_1$  – время на захват и подачу дерева в сучкорезное устройство, с;  $t_2$  – время на зажим дерева протаскивающим механизмом, с;  $n$  – количество выпиливаемых сортиментов с хлыста: зависит от длины хлыста и длин выпиливаемых сортиментов;  $t_3$  – время на протаскивание дерева через сучкорезное устройство, с;  $t_{\text{пил}}$  – вре-



мя на отпиливание одного сортимента, с;  $t_4$  – время на открытие захвата протаскивающего механизма, с;  $t_5$  – время на возвращение сучкорезно-раскрывающего механизма в исходное положение, с.

Производительность валочно-сучкорезно-раскрывающих машин может быть определена по формулам:

– манипуляторного типа

$$\Pi = \frac{10^{-4}(\Gamma - t_{\Pi-3}) \cdot \varphi_1 \cdot a \cdot b \cdot Q_{\Gamma a} \cdot i}{\frac{a}{v_{\text{дв}}} + \left[ t_2 + \frac{V_{\text{хл}}}{\Pi_{\text{пил}} \varphi_2 f (H-1,3)} + t_4 + \frac{H - kH - l_{\text{в}}}{u_{\text{ср}}} + \frac{\pi d_{\text{ср}}^2 (H - l_{\text{в}})}{4 \Pi_{\text{пил}} \varphi_2 l_{\text{ср}}} \right] \frac{ab Q_{\Gamma a} i}{10^4 \cdot v_{\text{хл}}}} \quad (16.2)$$

– не манипуляторного типа

$$\Pi = \frac{10^{-4}(\Gamma - t_{\Pi-3}) \cdot \varphi_1 \cdot a \cdot b \cdot Q_{\Gamma a} \cdot i}{\frac{10^4 \cdot v_{\text{хл}}}{Q_{\Gamma a} i b v_{\text{дв}}} + t_2 + \frac{V_{\text{хл}}}{\Pi_{\text{пил}} \varphi_2 f (H-1,3)} + t_4 + \frac{H - kH - l_{\text{в}}}{u_{\text{ср}}} + \frac{\pi d_{\text{ср}}^2 (H - l_{\text{в}})}{4 \Pi_{\text{пил}} \varphi_2 l_{\text{ср}}}} \quad (16.3)$$

где  $\Gamma$  – продолжительность смены, с;  $t_{\Pi-3}$  – время на выполнение подготовительно-заключительных операций, с;  $\varphi_1$  – коэффициент использования рабочего времени;  $a$  – ширина ленты, осваиваемой машиной с одной рабочей позиции, м;  $b$  – ширина полосы леса, разрабатываемой машиной за один проход, м;  $Q_{\Gamma a}$  – ликвидный запас древесины на 1 га, м<sup>3</sup>;  $i$  – интенсивность рубки насаждения: зависит от вида рубки и при сплошных рубках  $i = 1$ , при рубках ухода  $i = 0,3 \dots 0,4$ ;  $v_{\text{дв}}$  – средняя скорость переезда ВСРМ с одной рабочей позиции на другую или от дерева к дереву, м/с;  $V_{\text{хл}}$  – средний объем хлыста, м<sup>3</sup>;  $t_2$  – время на подготовку дерева к спиливанию (подвод срезающего механизма к дереву и захват дерева), с;  $\Pi_{\text{пил}}$  – производительность чистого пиления, срезающего механизма, м<sup>2</sup>/с;  $\varphi_2$  – коэффициент использования производительности чистого пиления;  $H$  – средняя высота спиливаемых деревьев, м: зависит от среднего диаметра дерева на высоте груди и разряда высот и может быть определена по материалам отвода насаждений в рубку;  $f$  – видовое число ствола дерева;  $t_4$  – время на сталкивание (повал) спиленного дерева, с;  $k$  – коэффициент, показывающий какая часть длины дерева протаскивается через сучкорезный механизм за время падения дерева;  $l_{\text{в}}$  – средняя длина вершины дерева, не подлежащая очистке от сучьев, м;  $u_{\text{ср}}$  – средняя скорость протаскивания дерева через сучкорезный механизм с учетом замедления скорости перед каждым пропилом для раскрывки, м/с;  $d_{\text{ср}}$  – средний диаметр пропилов, м: обычно за  $d_{\text{ср}}$  принимается диаметр дерева на половине его высоты;  $l_{\text{ср}}$  – средняя длина выпиливаемых сортиментов, м.

Формулы (16.2 и 16.3) представляют собой математические описания процесса заготовки на лесосеке сортиментов валочно-сучкорезно-

раскрываемыми машинами. Они с достаточной точностью и достоверностью позволяют анализировать производительность этих машин в зависимости от их технологических параметров (скорости движения машины с одной рабочей позиции на другую ( $\Delta_{дв}$ ); ширины полосы леса, разрабатываемой машиной за один проход ( $b$ ); интенсивности рубки насаждения ( $i$ ); производительности чистого пиления пильного механизма ( $\Pi_{пил}$ ) и др.) и природных факторов: среднего объема хлыста ( $V_{хл}$ ), ликвидного запаса древесины на 1 га ( $Q_{га}$ ), породы и других факторов.

Наиболее значимое влияние на производительность ВСРМ оказывает средний объем хлыста и в несколько меньшей степени интенсивность рубки насаждения и ширина полосы леса, разрабатываемая машиной за один проход (вылет манипулятора). При увеличении среднего объема хлыста время на спиливание и обработку более крупного дерева возрастает незначительно, а прирост объема заготовленной древесины за это время возрастает существенно. Поэтому средний объем хлыста и является основным нормообразующим фактором.

С уменьшением интенсивности рубки насаждения производительность ВСРМ также уменьшается, потому, что в этом случае уменьшается и количество заготавливаемой древесины с одной рабочей позиции и возрастает общее время на переезды машины с одной рабочей позиции на другую, так как машина должна чаще менять эти позиции. В результате сокращается общее время на валку и обработку деревьев в течение смены.

С увеличением длин выпиленных сортиментов производительность ВСРМ возрастает, так как сокращается время цикла обработки одного дерева благодаря уменьшению количества пропилов и машина за смену заготовит большее количество сортиментов.

Лучшие зарубежные операторы на сплошных рубках ( $i = 1$ ) при работе в двух-трехсменном режиме в благоприятных условиях заготавливают ВСРМ за год до 40...60 тыс. м<sup>3</sup> древесины.

### **16.6. Сортировка и штабелевка сортиментов на лесосеке**

Для доставки заготовленных сортиментов потребителям они должны быть рассортированы по назначению и длинам, а для временного хранения – уложены в штабеля.

*Сортировкой* называется процесс разделения сортиментов по назначению, размерам и другим признакам и перемещение их от места заготовки к месту укладки в штабели.

*Штабелевка* – процесс укладки сортиментов в штабели.

В условиях лесосеки заготовленные сортименты детально не сортируют, а производят их подсортировку по назначению и длинам, а

иногда и по породам. Детальная сортировка лесоматериалов производится на нижних лесных складах. При этом дробность сортировки может включать 10 и более сортировочных категорий.

В зависимости от принятого технологического процесса лесозаготовок сортировка круглых лесоматериалов может производиться непосредственно на лесосеке, на верхнем или нижнем складе.

На лесосеках лесоматериалы сортируют обычно упрощенными способами. Если сортименты заготовлены непосредственно на лесосеке и окучены у волока, подсортировка сортиментов по длине и наименованиям осуществляется форвардером и совмещается с их трелевкой (подвозкой). Оператор, перемещая погрузочно-транспортную машину по пасеке, загружает ее сортиментами одного наименования, доставляет их на верхний склад и укладывает в штабель. Следующим рейсом доставляются на верхний склад сортименты другого наименования и укладываются в другой штабель и т.д.

При заготовке сортиментов на лесосеке многооперационными машинами подсортировку по длинам и наименованиям выполняет сама машина, укладывая сортименты в микропачки в 3...5-метровой зоне, расположенной вдоль волока с обеих его сторон. Раздельную доставку сортиментов определенного вида на верхний склад с укладкой в соответствующий штабель выполняет форвардер.

При раскряжке хлыстов на верхних складах сортименты при необходимости также сортируют и укладывают в штабели. Если лесоматериалы отгружаются потребителям, то сортировка обязательна. В случае, если древесина вывозится на нижний склад, производится только подсортировка на деловые и низкокачественные лесоматериалы, а деловые – частично еще по длине. Окончательно сортируют лесоматериалы на нижнем складе.

На верхних складах лесоматериалы сортируются упрощенными и дешевыми способами. Чаще для этих целей используют лесные машины, оснащенные манипулятором с челюстным захватом, либо специализированные полноповоротные погрузочно-штабелевочные машины. Для чего заготовленные сортименты соответствующего назначения и длины поочередно захватывают гидроманипулятором и укладывают в соответствующий штабель.

На рубках главного пользования штабеля сортиментов располагают параллельно лесовозному усу, укладывая сортименты так, чтобы их ось была перпендикулярна оси уса. Под каждый штабель сортиментов устраивают подштабельные места из двух линий подкладок из дровяных бревен. Тип штабеля, его высота и удаленность от лесовоз-

ного уса зависят от типа механизма, применяемого на штабелевке и погрузке сортиментов.

## Лекция 17

### ПОГРУЗКА ДРЕВЕСИНЫ НА ЛЕСОВОЗНЫЙ ТРАНСПОРТ

#### 17.1. Виды и способы погрузки древесины, применяемые машины и механизмы

На лесосеке могут заготавливаться деревья, части деревьев, хлысты, сортименты, щепка, что и предопределяет вид погружаемой древесины на лесовозный транспорт. Пока преобладает, технология с заготовкой на лесосеках сортиментов и хлыстов и на лесовозный транспорт грузятся в основном сортименты и хлысты. Погрузка древесины на лесовозный подвижной состав, может производиться сразу после трелевки или же из запасов (штабелей), созданных на погрузочных пунктах (верхних складах) или же вдоль лесовозных усов и веток.

В настоящее время применяется только механизированная погрузка древесины, которая может производиться поштучно, пачками небольшого объема и крупными пачками, равными по объему грузоподъемности единицы подвижного состава (лесовозного транспорта). Поштучная погрузка древесины малопродуктивна и применяется сравнительно редко, обычно при погрузке хлыстов стреловыми гидрокранами-манипуляторами. Преобладает погрузка древесины на лесовозный транспорт небольшими по объему пачками. Наиболее продуктивна погрузка древесины крупными пачками, но она пока не применяется, так как не созданы мощные мобильные погрузочные машины с небольшим удельным давлением на почву для условий лесосеки.

Условия погрузки древесины на лесосеках разнообразны, поэтому различны и применяемые машины и механизмы. Для погрузки древесины на лесовозный транспорт могут применяться следующие типы машин и механизмов: самоходные челюстные лесопогрузчики, самоходные стреловые гидрокраны-манипуляторы, гидрокраны-манипуляторы, устанавливаемые на лесовозных автомобилях (самозагружающиеся автопоезда), автомобильные стреловые краны.

При выборе типа погрузочного средства необходимо учитывать следующие основные факторы: из природных – средний объем хлыста, почвенно-грунтовые условия и рельеф местности; из организационных – точный объем погрузки, вид погружаемой древесины и территориальное расположение погрузочных пунктов (верхних складов); из технико-экономических – тип и производственную мощность машин на предстоящих операциях (валке, трелевке и др.), тип лесовозного транспорта.

Погрузочные машины и механизмы должны удовлетворять не только общим требованиям, предъявляемым к такого рода машинам, но и специфическим требованиям. Так, грузоподъемная сила погрузочного

средства должна быть не менее веса отдельных крупных хлыстов, достаточно часто встречающихся в разрабатываемых насаждениях, или сортиментов. В Беларуси около 95% насаждений составляют деревья массой до 1 тонны. Желательно также, чтобы грузоподъемная сила лесопогрузчика была кратной или соответствовала бы грузоподъемной силе единицы лесовозного транспорта.

Погрузочное средство должно быть приспособлено для работы с лесными крупногабаритными грузами, обеспечивать формирование пачки, как с площадок, так и со штабеля без применения ручного труда и перемещения груза к месту укладки. Оно должно иметь высокую производительность, быть маневренным и безопасным в эксплуатации, не требовать больших затрат труда на приведение в рабочее положение и сохранять подвижной состав при выполнении погрузки.

В настоящее время на погрузке древесины на лесовозный транспорт применяются в основном самоходные тракторные челюстные лесопогрузчики и стреловые гидрокраны-манипуляторы, устанавливаемые на лесовозных автомобилях. Они в основном удовлетворяют изложенным выше требованиям.

## **17.2. Самоходные челюстные лесопогрузчики и их характеристика**

Основное назначение тракторных челюстных лесопогрузчиков – погрузка хлыстов на лесосеке на лесовозный транспорт. Они могут использоваться на штабелевке в запас хлыстов на погрузочных пунктах и нижних складах, а также на погрузке сортиментов, щепы и других сыпучих грузов, при замене челюстного захвата для хлыстов на другой рабочий орган (ковш).

По принципу действия навесного погрузочного оборудования челюстные лесопогрузчики для лесных грузов делятся на три типа: фронтальные, поворотные и перекидные.

Лесопогрузчик фронтального типа может только поднимать и опускать груз. Для погрузки древесины на лесовозный транспорт он должен каждый раз разворачиваться с грузом на площадке или же совершать прямолинейные движения через лесовозную дорогу. Погрузка с разворотом создает неудобства в работе, ухудшает устойчивость лесопогрузчика, приводит к разрушению погрузочной площадки. Поэтому такие лесопогрузчики, но на колесном ходу, применяются только на нижних лесных складах.

У лесопогрузчика поворотного типа захват с грузом может не только подниматься и опускаться, но и поворачиваться относительно базового трактора в горизонтальной плоскости. Погрузка хлыстов или

дереьев таким лесопогрузчиком (с разворотом пачки в горизонтальной плоскости) неудобна из-за их большой длины.

Лесопогрузчик перекидного типа обеспечивает поворот захвата с грузом в вертикальной плоскости на угол, близкий 3,14 рад при неподвижном базовом тракторе. Благодаря этому схема работы лесопогрузчика значительно упрощается, что позволяет сократить цикл погрузки или штабелевки. Кроме того, он лучше удовлетворяет условиям работы на лесосеке, и нашел широкое применение в Беларуси и странах СНГ.

**Челюстной лесопогрузчик** перекидного типа состоит из базовой машины и навесного технологического оборудования, включающего раму, стрелу, механизм поворота стрелы в вертикальной плоскости, челюстной захват, механизм раскрытия и закрытия челюстей, и гидросистему. В качестве базовой машины используются трелевочные тракторы ТЛТ-100А-04 и ТТ-4М.

В отдельных конструкциях лесопогрузчиков (ПЛ-1Г) для поворота стрелы вместо коромысла применен вал с рычагами. Для чего стрела жестко соединена с валом.

Управление рабочими органами лесопогрузчика производится из кабины оператором. Для обеспечения безопасности кабина оператора защищена специальным ограждением.

Для погрузки древесины на лесовозный транспорт применяются челюстные лесопогрузчики ПЛ-1Г и ЛТ-188. Они отличаются между собой базовой машиной, грузоподъемной силой и конструкцией отдельных узлов навесного оборудования.

Челюстные лесопогрузчики ПЛ-1Г рекомендуется применять на погрузке хлыстов при разработке лесонасаждений со средним объемом хлыста до 0,5 м<sup>3</sup>.

Лесопогрузчик ЛТ-188 целесообразно использовать на погрузке хлыстов при разработке лесонасаждений со средним объемом хлыста 0,4 м<sup>3</sup> и выше.

В Канаде, Швеции и некоторых других странах на погрузке древесины ограничено применяются в основном челюстные лесопогрузчики фронтального типа на колесном ходу грузоподъемной силой от 100 до 250 кН, что обусловлено хорошей несущей способностью грунтов. Для погрузки древесины на лесовозный транспорт непосредственно на лесосеке за рубежом применяются в основном стреловые гидрокраны-манипуляторы с челюстным захватом. Причем они зачастую устанавливаются на лесовозных автомобилях.

### **17.3. Стреловые гидрокраны-манипуляторы и их характеристика**

Стреловые гидрокраны-манипуляторы могут быть самоходными и несамоходными.

Самоходный стреловой лесопогрузочный гидрокран состоит из базовой машины и навесного погрузочного оборудования: стрелы или гидроманипулятора, челюстного захвата грейферного типа и гидросистемы. Такие лесопогрузочные машины выпускаются ОАО «Амкодор» (лесопогрузчик 352Л) и Минским тракторным заводом («Беларус 1221 МПР»). Этими машинами можно также производить штабелевку сортиментов и выгрузку сортиментов с лесовозного транспорта. Лесопогрузчиком «Беларус» 1221 МПР можно также производить подсортировку заготовленных на верхнем складе сортиментов.

**Гидравлический стреловой лесопогрузочный кран-манипулятор**, устанавливаемый на лесовозных автомобилях состоит из опорно-поворотной колонны, стрелы, рукояти, челюстного захвата, опорной стойки и гидросистемы.

Стреловой лесопогрузочный кран устанавливается на раме лесовозного автомобиля. К нему придается отдельный бак для рабочей жидкости с фильтрами.

В Беларуси стреловые лесопогрузочные краны производит ОАО "Мозырский машиностроительный завод": ЛВ-203А, М-75, М-90; в России – ООО "ВЕЛМАШ-Сервис": ПЛ-70 в четырех модификациях и др. В Беларуси и других странах СНГ устанавливаются на лесовозных автомобилях стреловые лесопогрузочные краны, (гидроманипуляторы) различных фирм с подъемным моментом нетто от 65 до 120 кН·м и максимальным вылетом стрелы до 9 м. Челюстной грейфер оснащен ротатором, которым можно поворачивать грейфер на 300...400° и более, что зависит от конструкции ротатора.

#### **17.4. Автомобильные стреловые краны**

Во многих лесохозяйственных и лесозаготовительных предприятиях находят применение автомобильные стреловые краны, выпускаемые на базе стандартных автомобильных шасси. Такие краны имеют высокие скорости передвижения (до 50 км/ч), что позволяет их применять на объектах с небольшими объемами работ, находящихся на значительном удалении друг от друга. В лесхозах и лесозаготовительных предприятиях автомобильные стреловые краны применяются в основном для выгрузки и погрузки различных хозяйственных грузов, при выполнении ремонтно-строительных работ и реже на погрузке и выгрузке лесоматериалов. Применяются в основном автомобильные стреловые краны общепромышленного назначения с механическим или гидравлическим приводом кранового оборудования.

**Автомобильный стреловой кран** состоит из шасси автомобиля и кранового оборудования, установленного на шасси. Управление меха-



низмами крана – из кабины управления, а выносными опорами – с пульта на неповоротной платформе крана. Использование выносных опор позволяет повысить устойчивость крана в процессе работы и его грузоподъемную силу. Автомобильные стреловые краны оборудованы приборами безопасности: ограничителем грузоподъемности, конечными выключателями рабочих органов и др.

В лесхозах и лесозаготовительных предприятиях используются стреловые автомобильные краны грузоподъемной силой при использовании выносных опор от 50 до 100 кН и в частности краны КС-1562А, КС-2561К-1, КС-2571(КС-2571А) и КС-3562Б.

Для зацепки грузов автомобильные стреловые краны снабжаются различными грузозахватными приспособлениями: крюковыми подвесками, стропами, траверсами и др.

### 17.5. Расчет производительности лесопогрузчиков и кранов

Возможная производительность лесопогрузчиков и кранов высокая. Однако в реальных производственных условиях ее трудно реализовать из-за неритмичной подачи под погрузку лесовозного транспорта, переездов погрузочной машины с одной погрузочной площадки на другую, недостатка стрелеванной древесины и других причин. Сменная производительность челюстного лесопогрузчика или крана на погрузке древесины для конкретных производственных условий может быть рассчитана по формуле

$$\dot{V}_{\text{м}} = \frac{(T - t_{i-c})\varphi_1 V_{\text{э.д}}}{t_1 \frac{V_{\text{э.д}}}{V\varphi_2} + t_2 + t_3}, \quad (17.1)$$

где  $T$  – продолжительность смены;  $t_{п-з}$  – время на выполнение подготовительно-заключительных операций;  $\varphi_1$  – коэффициент использования рабочего времени смены, учитывающий отдых оператора, переезды погрузочного механизма с одной погрузочной площадки на другую, устранение технических неисправностей, ожидание порожнего подвижного состава и др.:  $\varphi_1=0,5 \dots 0,6$ ;  $V_{\text{л.т}}$  – грузоподъемность единицы лесовозного транспорта,  $\text{м}^3$ ;  $t_1$  – время погрузки одной пачки (время цикла: захват пачки, подъем и перемещение пачки на подвижной состав, опускание и укладка пачки, возвращение грузозахватного оборудования в исходное положение для захвата следующей пачки);  $V$  – грузоподъемность лесопогрузчика или крана,  $\text{м}^3$ ;  $\varphi_2$  – коэффициент использования грузоподъемности лесопогрузчика (крана): в зависимости от среднего объема хлыста  $\varphi_2=0,8 \dots 0,9$  (меньшие значения при малых объемах хлыста);  $t_2$  – время подготовки подвижного состава к погрузке; обычно  $t_2=2 \dots 4$  мин;  $t_3$  – время оправки и крепления вала после погрузки;  $t_3=3 \dots 5$  мин.

Из формулы (17.1) видно, что основными факторами, влияющими на производительность погрузочной машины, являются ее грузоподъемность и продолжительность цикла погрузки одной пачки. При увеличении грузоподъемности погрузчика и уменьшении цикла погрузки одной пачки производительность погрузчика будет увеличиваться, так как сокращается время загрузки единицы лесовозного транспорта.

Наиболее производительны на погрузке древесины на лесовозный транспорт челюстные лесопогрузчики и стреловые лесопогрузочные гидрокраны-манипуляторы. Достаточно эффективны на погрузке древесины самозагружающиеся лесовозные автопоезда, оборудованные стреловыми гидрокранами-манипуляторами. При их применении исключается ручной труд, создаются безопасные условия труда на погрузке древесины, и достигается высокая производительность труда.

Применение автомобильных стреловых кранов на погрузке древесины на лесовозный транспорт неэффективно, потому что они не приспособлены для работы с лесными грузами и требуются рабочие для зацепки и отцепки пачек древесины.

#### **17.6. Технология и организация работ на погрузке древесины на лесовозный транспорт**

Технология и организация погрузки древесины на лесовозный транспорт зависит от вида погружаемой древесины (хлысты, сортименты, щепка) и применяемого оборудования для погрузки.

**Погрузка хлыстов челюстными лесопогрузчиками.** Процесс погрузки хлыстов челюстными лесопогрузчиками на лесовозный транспорт состоит из следующих основных операций: подача подвижного состава (лесовозного автопоезда) под погрузку и подготовка к погрузке; погрузка и выравнивание комлей хлыстов на подвижном составе; обрезка вершин, выступающих за габарит автопоезда; осмотр и увязка вoза посредине; уборка груженого лесовозного автопоезда.

**Погрузка древесины самозагружающимися автопоездами, оборудованными стреловыми гидрокранами с челюстными захватами.** Процесс погрузки древесины самозагружающимися автопоездами состоит из таких же операций, что и при погрузке челюстными лесопогрузчиками.

Подготовка автопоезда к погрузке заключается в установке выносных опор и гидроманипулятора из транспортного в рабочее положение, а коников перпендикулярно продольной оси автомобиля и проверке надежности крепления стоек коников.

Процесс погрузки древесины на автопоезд зависит от применяемого метода погрузки. Погрузку древесины производит водитель автопоезда.

### **17.7. Основные правила техники безопасности на погрузке древесины на лесовозный транспорт**

Приступать к погрузочным работам на верхних складах и погрузочных пунктах можно лишь после полного и качественного их устройства и оборудования. Погрузочная площадка должна быть очищена от пней, кустарника, валежника и спланирована так, чтобы рабочие и погрузочная техника могли беспрепятственно перемещаться. Вокруг погрузочной площадки должна быть вырублена при необходимости 25-метровая зона безопасности. Подъезды к погрузочному пункту (верхнему складу) должны иметь предупредительные знаки: "Проезд запрещен, погрузка древесины!"

Нельзя применять на погрузке стальные канаты, износ которых больше допустимого Правилами Проматомнадзора или сращенные грузовые канаты. Запрещается поднимать погрузочной машиной груз, превышающий ее грузоподъемную силу.

Лица, занятые на погрузке древесины, обязаны знать и строго выполнять сигналы, которые должны быть постоянными и четкими. Сигнал "Стоп" крановщик обязан выполнять независимо от того, кем он подан. Посторонние люди на погрузочную площадку и прилегающую к ней территорию на расстояние ближе 10 м не допускаются.

О начале погрузки древесины оператор погрузочной машины (механизма) обязан оповестить звуковым сигналом. Оператору лесопогрузчика запрещается залезать под него при работающем двигателе, садиться в кабину и выходить из нее на ходу, а также высовываться из кабины в процессе погрузки. При заправке лесопогрузчика топливом и маслом нельзя курить, так как это может привести к пожару.

По окончании погрузки должно быть проверено состояние подвижного состава, замков и стоек, а погрузочная площадка и подъездные пути очищены от обломков хлыстов и крупных сучьев.

При работе в ночное время погрузочная площадка должна быть хорошо освещена прожекторами или электрическими лампочками. При несчастном случае во время погрузки крановщик обязан сообщить о случившемся лицу, ответственному за безопасную эксплуатацию грузоподъемных механизмов, и обеспечить сохранность обстановки несчастного случая, если она не угрожает жизни и здоровью людей, до прибытия комиссии.

## 17.8. Очистка лесосек от отходов лесозаготовок. Способы очистки лесосек

**Отходы лесозаготовок** – это остатки древесного сырья и материалов (сучья, ветви, вершины, куски стволовой древесины, пни, корни и др.), образующиеся в процессе заготовки древесины на лесосеке, первичной ее обработки и частичной переработки на лесных складах и утратившие частично или полностью потребительскую стоимость исходного сырья и материалов.

Действующими правилами предусматривается обязательная очистка лесозаготовителями мест рубок от отходов лесозаготовок одновременно с заготовкой древесины. Таким образом, очистка — составная часть лесосечных работ.

Способы очистки мест рубок устанавливаются с учетом вида рубки, лесорастительных условий, технологии лесосечных работ, категорий защитности, а также соображений поддержания биологического разнообразия лесов. Устанавливаются они на основании действующих правил и обязательно указываются в лесорубочном билете. Очистка мест рубок производится в основном рабочими комплексных бригад в процессе или после окончания разработки лесосеки.

Согласно Правилам рубок леса в Республике Беларусь при сплошных рубках возможны следующие способы очистки лесосек от отходов лесозаготовок: сбор отходов в кучи или валы для переработки на технологическую щепу, топливо и другие цели; сбор отходов в кучи или валы с оставлением их на месте для перегнивания; измельчение (до 1 м) и равномерное разбрасывание отходов по площади вырубki; сбор отходов в кучи или валы для сжигания их в пожаробезопасный период; равномерная укладка отходов на волокнистый материал с последующим уплотнением; смешанный способ очистки, сочетающий два-три способа.

Наиболее обоснованным и целесообразным с лесоводственной и лесозаготовительной точек зрения является измельчение отходов до 1 м по длине и равномерное разбрасывание их по площади лесосеки. Оно рекомендуется на песчаных почвах в сосновых и твердолиственных насаждениях. В этом случае улучшаются условия выживаемости мелкого хвойного подроста и самосева и обеспечивается поступление в почву органических веществ. Сбор отходов лесозаготовок в кучи или валы высотой до 1 м с оставлением их на месте для перегнивания рекомендуется только на сырых и избыточно увлажненных участках.

Сбор отходов лесозаготовок может производиться вручную и механизированным способом. Это трудоемкая и дорогостоящая операция, если она выполняется вручную. Затраты на очистку вырубленных лесосек

сек большие и включаются в себестоимость заготавливаемой древесины. Поэтому целесообразности применения того или другого способа очистки лесосек от отходов лесозаготовок и их совершенствованию необходимо уделять должное внимание.

Во всех случаях, где не ухудшаются условия естественного восстановления леса на вырубках, целесообразно механизировать сбор отходов лесозаготовок в кучи или валы при помощи подборщиков и других машин. Это позволит уменьшить затраты на очистку лесосек.

Лесосеки считаются очищенными, если выполнены все требования, предусмотренные правилами по очистке мест рубок. Ответственность за своевременную и качественную очистку мест рубок несут начальники лесопунктов и мастера лесозаготовок.

В зарубежных странах с развитой лесной промышленностью очистка лесосек как правило не производится. Оставление отходов лесозаготовок в местах рубок, в частности, скандинавские страны, рассматривают как мероприятие, способствующее лесовосстановлению и сохранению среды обитания животных и птиц и их разнообразию.

### **17.9. Машины для очистки лесосек и их характеристика**

В настоящее время применяются два типа машин для очистки лесосек после их разработки от отходов лесозаготовок: для сбора отходов в валы и кучи — подборщики; для подбора и транспортировки к лесовозной дороге окученных отходов – погрузчики-транспортировщики.

**Подборщик** – это трелевочный трактор, оснащенный специальным оборудованием для сбора сучьев, вершин, кусков стволовой древесины и других отходов лесозаготовок в условиях не раскорчеванных вырубок.

Наибольшее применение на лесозаготовках получили подборщики с навесным грабельным собирающим органом, расположенным сзади трелевочного трактора.

В настоящее время на очистке лесосек от отходов лесозаготовок применяются подборщики ЛТ-161, ПС-5А.

**Подборщик ЛТ-161** выполнен на базе трактора ТТ-4М. Собирающий орган подборщика имеет 12 зубьев, что обеспечивает ширину захвата 3,27 м.

**Подборщик ПС-5А** выполнен на базе трактора ТЛТ-100А. Собирающий орган ПС-5А по конструкции такой же, как и у ЛТ-161, но имеет 10 собирающих зубьев и ширину захвата 3,0 м.

Подборщик обслуживается одним рабочим – трактористом. Сменная производительность ЛТ-161 3...3,5 га, ПС-5А – 2,5...3 га в зависимости от длины гона.

**Погрузчик-транспортировщик** – это трелевочный трактор, оснащенный специальным технологическим оборудованием для погрузки окупенных отходов лесозаготовок в кузов, доставки их к лесовозной дороге и выгрузки. Технологическое оборудование состоит из гидроманипулятора и кузова.

На производстве находят применение подборщики-транспортировщики отходов лесозаготовок, тонкомерных деревьев, пневого осмола и других грузов производства Российской Федерации: ЛП-23, ЛТ-168А, ПЛ-16А. Погрузчики-транспортировщики ЛП-23 и ЛТ-168А выполнены на базе трактора ТБ-1, а ПЛ-16А – на базе колесного трактора. У ЛП-23 кузов самосвальный, а ЛТ-168А и ПЛ-16А снабжены не самосвальным полуприцепом на одноосном пневмоколесном ходу.

Погрузчики-транспортировщики можно использовать и для подвозки древесины от рубок ухода на придорожный склад к передвижным рубительным машинам.

Время и способы очистки лесосек от отходов лесозаготовок выбираются исходя из технологии лесосечных и лесовосстановительных работ и лесорастительных условий.

При наличии на лесосеках жизнеспособного подростка хозяйственно ценных пород лесосеки очищают в процессе заготовки древесины путем измельчения и разбрасывания оставшихся на лесосеках отходов лесозаготовок на свободные от подростка места. На сырых почвах мелкие отходы лесозаготовок можно собирать в кучи и оставлять на перегнивание. Сучья и ветви, оставшиеся на волоках, укладывают поперек волоков и уплотняют проходами трактора.

Если на лесосеках отсутствует жизнеспособный подрост или лесосеки разрабатывались без сохранения подростка, очистку лесосек рекомендуется производить механизированным способом путем сбора отходов лесозаготовок в валы, которые должны располагаться параллельно рядам будущих лесных культур.

На погрузочных пунктах и верхних складах, а так же в зоне безопасности вокруг них независимо от способа трелевки отходы лесозаготовок следует собирать в кучи и, если невозможно использовать, сжигать в пожаробезопасный период.

#### **17.10. Расчет производительности машин на очистке лесосек от отходов лесозаготовок**

Производительность подборщика отходов зависит от целого ряда факторов: ширины захвата рабочего органа, количества отходов лесозаготовок, числа пней на 1 га и их размеров, влажности почвы, длины гона.

Производительность подборщика (га/ч)

$$П_{\text{ч}} = 0,36 \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot B \cdot v_p,$$

где  $\varphi_1$  – коэффициент использования рабочего времени;  $\varphi_2$  – коэффициент использования ширины захвата  $B$ ;  $v_p$  – скорость движения подборщика во время рабочего хода, м/с:  $v_p = S_{\text{п}}/t_{\text{ц}}$ ;  $S_{\text{п}}$  – длина пути сбора пачки, м;  $t_{\text{ц}}$  – общее время цикла на сбор пачки, с.

Производительность погрузочно-транспортной машины (ПТМ) на подвозке древесного сырья к лесовозной дороге зависит в основном от вида древесного сырья (отходы лесозаготовок, сортименты, маломерные деревья от рубок ухода и др.), расстояния транспортировки и определяется по формуле

$$\dot{I}_{\text{п}} = \frac{(\dot{Q} - t_{i-\zeta}) \cdot \varphi_1 \cdot V}{\frac{S}{v_{\delta}} + \frac{S}{v_{\bar{\delta}}} + t_{\zeta} + t_{\delta}}, \quad (17.2)$$

где  $T$  – продолжительность смены, с;  $t_{\text{п.з}}$  – время на подготовительно-заключительные операции, с;  $V$  – средняя нагрузка на рейс машины, м<sup>3</sup>: она зависит от объема кузова машины  $V_{\text{к}}$  и коэффициента полнодревесности  $\Delta$  перевозимого древесного сырья  $V = V_{\text{к}} \cdot \Delta$ ;  $S$  – среднее расстояние транспортировки, м;  $v_p, v_x$  – средняя скорость движения машины соответственно с грузом и без груза, м/с: для ПТМ на гусеничном ходу  $v_p = 1,11$  м/с,  $v_x = 1,67$  м/с;  $t_3$  – время загрузки кузова машины, с: оно зависит от объема погружаемой пачки, продолжительности цикла погрузки одной пачки, среднего расстояния переездов от одной кучи древесного сырья к другой и количества переездов в процессе загрузки машины;  $t_p$  – время на разгрузку кузова машины, с: для машины с самосвальным кузовом  $t_p = 120$  с.

## Лекция 18 ВЫВОЗКА ЗАГОТОВЛЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

### 18.1. Виды вывозимой древесины из лесосек, способы ее вывозки.

Заготовленная на лесосеке древесина может вывозиться деревьями (частями деревьев), хлыстами (полухлыстами), сортиментами и в виде щепы. Вид вывозимой древесины зависит от технологического процесса лесозаготовок. В настоящее время заготовленная древесина вывозится в основном хлыстами (полухлыстами) и сортиментами.

Вывозка заготовленной древесины может производиться сухопутным, водным и воздушным транспортом. Наибольшее применение получил сухопутный и особенно автомобильный транспорт заготовленной древесины. Так, в Республике Беларусь более 90% заготовленной древесины вывозится автомобилями.

**Сухопутным транспортом** древесины называется перемещение заготовленной древесины с погрузочного пункта или верхнего склада до мест складирования или обработки наземными способами.

В системе лесозаготовительного производства транспорту древесины принадлежит важная роль и особенно сухопутному, так как он обеспечивает связь между лесосечными и лесоскладскими работами и делает технологический процесс лесозаготовок непрерывным.

Связь транспорта древесины с лесосечными работами заключается в выборе мест под погрузочные пункты или верхние склады, удобных в технологическом и транспортном отношениях, способа погрузки древесины на лесотранспортные средства и др.

Связь транспорта древесины с лесоскладскими работами выражается в выборе машин и механизмов для выгрузки древесины с лесотранспортных средств, режима работы склада, который влияет на объемы создания на складе вывезенной древесины, и др. Равномерное прибытие лесовозного транспорта в пункты выгрузки древесины обеспечивает более четкую и ритмичную работу технологических потоков на складе и не требуется создания больших запасов древесины.

Вывозка заготовленной древесины в Беларуси производится по лесовозным дорогам и дорогам общего пользования (грунтовым, гравийным и с твердым покрытием). Расстояния вывозки колеблются в больших пределах от 20 до 80 км и более, а в среднем – 50...60 км и зависят от целого ряда природно-производственных факторов. Вывозка заготовленной древесины автомобильным транспортом на расстояния 90 км и более считается экономически не выгодной.

Построенные лесовозные дороги после вывозки древесины становятся лесохозяйственными дорогами и включаются в общую сеть



дорог лесхоза. Их используют при проведении лесовосстановительных работ на вырубленных лесосеках, уходе за лесом и т.д.

## **18.2. Особенности сухопутного лесотранспорта, структура лесовозной дороги**

Для сухопутного транспорта заготовленной древесины характерны следующие основные особенности:

- рассосредоточенность потоков древесины по большей площади;
- неравномерность грузопотока по направлению, длине дороги и времени;
- временный характер работы отдельных участков лесовозных дорог (веток, усов), а иногда и всей дороги;
- собирательный характер грузопотока;
- необходимость применения специального подвижного состава в связи со специфическими особенностями лесных грузов (большая длина, сыпучий материал) и др.

Все эти особенности усложняют строительство и эксплуатацию лесовозных дорог, существенно влияют на эффективность работы транспортных средств и себестоимость перевозок древесины.

Собирательный характер работы лесовозного транспорта, перевозящего древесину из многих небольших по размерам лесосек на нижние лесные склады или потребителям, вынуждает строить в лесных массивах густую дорожную сеть. Лесовозные дороги подразделяются на магистрали, ветки и усы.

**Магистраль** – основной участок лесовозной дороги, эксплуатируемый в течение всего или значительной части срока действия лесозаготовительного предприятия. Она связывает осваиваемый лесной фонд с нижним складом, дорогой общего пользования (железная дорога или автомобильная дорога с твердым покрытием) или пунктом потребления древесины.

**Ветки** – пути, примыкающие к магистрали, используемые для вывозки древесины с отдельных участков лесного фонда, со сроком действия более одного года.

**Усы** – временные лесовозные пути, примыкающие, как правило, к веткам (иногда и к магистрали) и используемые для вывозки древесины с отведенных в рубку на очередной год (сезон) лесосек, со сроком эксплуатации до 1 года.

Так как почти вся заготовленная древесина вывозится по магистральным путям, они должны быть устроены более капитально, чем ветки и усы. Кроме того, при применении на трелевке и подвозке древесины колесных тракторов можно увеличить расстояние трелевки (подвозки) на су-

ходольных лесосеках и в зимнее время и трелевать (подвозить) древесину непосредственно к веткам. В этом случае, как правило, строительство лесовозных усов не требуется.

Кроме названных путей строятся еще станционные пути и пути на лесных складах.

### **18.3. Элементы сухопутного лесотранспорта и их назначение**

Лесовозный транспорт относится к промышленному транспорту и его основными техническими элементами являются путь и подвижной состав.

**Путь** – инженерное сооружение, предназначенное для перемещения по нему тяговых машин и прицепного состава в процессе транспортирования грузов или пассажиров. Это основной и наиболее важный элемент промышленного транспорта.

**Подвижной состав** – это подвижные транспортные средства, на которых производится перевозка грузов и пассажиров. Он включает тяговые машины (автомобили, локомотивы и т.д.) и прицепной состав (прицепы, полуприцепы, роспуски, платформы, сцепы и вагоны). Тяговые машины могут работать на тепловой, электрической и других видах энергии и иметь колесную, гусеничную и другие ходовые системы. Прицепной состав также может быть на колесной, гусеничной и другой ходовой системе. Он должен соответствовать виду перевозимого груза. У некоторых видов транспорта тяговая машина и прицепной состав могут быть совмещены (например, грузовой автомобиль).

**Путь лесовозных дорог** состоит из земляного полотна с сооружениями водоотвода, искусственных (водопрпускных) сооружений, дорожной одежды, если это автомобильная дорога, или верхнего строения пути, если это железная дорога.

**Земляное полотно** – это естественное или искусственно созданное земляное основание, на котором устраивают дорожную одежду или верхнее строение.

**Искусственными сооружениями** называются инженерные сооружения для пропуска воды с одной стороны дороги на другую.

**Дорожной одеждой** называется проезжая часть автомобильной дороги, состоящая из одного или нескольких слоев, выполненных из различных дорожно-строительных материалов.

**Верхнее строение** – это проезжая часть железнодорожного пути, состоящая из двух рельсовых ниток, уложенных на шпалы, и прикрепленных к ним костылями или болтами. Шпалы могут быть деревянными или железобетонными и укладываются на балластную призму на некотором расстоянии друг от друга. Балластная призма возводится на

поверхности земляного полотна из крупнозернистого песка, гравия или щебня. На железных дорогах земляное полотно с искусственными сооружениями на нем называется нижним строением пути.

**Водный транспорт древесины** – вид транспорта, которым перевозят заготовленную древесину с нижних складов потребителям или же в пункты переработки или перевалки на другой вид транспорта. Это более дешевый вид транспорта по сравнению с сухопутным, но в Беларуси применяется редко.

**Воздушный транспорт древесины** – это транспортирование древесины воздухоплавательными судами (вертолетами, вертостатами, аэростатами, дирижаблями). Применяется он сравнительно редко и в основном в горной местности для транспортирования заготовленной древесины с лесосек в пункты перевалки на другой вид транспорта.

**Трубопроводный транспорт древесины** – это транспортирование древесины по трубам в виде пульпы (до 20% щепа, а остальное вода) или же в капсулах. Практически такой вид транспорта древесины не применяется. Однако в Канаде и некоторых странах СНГ ведутся исследования по технической возможности и экономической целесообразности применения такого вида лесотранспорта.

#### **18.4. Основные измерители лесотранспорта и густота дорожной сети в лесах**

Для оценки и сравнения условий и эффективности работы лесотранспорта, различных типов лесовозных дорог и определения эксплуатационных показателей используют систему показателей, называемых измерителями лесотранспорта, которые можно подразделить на три группы: природные показатели, производственно-технические и технико-экономические показатели.

**К природным показателям** относятся рельеф местности, почвенно-грунтовые условия, климат и таксационные показатели лесонасаждений (диаметр и высота деревьев и др.).

**К производственно-техническим показателям** относятся полная и эксплуатационная длина дороги, коэффициент удлинения трассы дороги, грузооборот дороги, грузовая работа, среднее расстояние вывозки, грузопоток (грузонапряженность), коэффициенты пробега и разветвленности дорожной сети и густота дорожной сети.

**К технико-экономическим показателям** относятся капитальные и эксплуатационные затраты, продолжительность загрузки и выгрузки лесотранспортного средства, производительность лесотранспорта на вывозке древесины и производительность труда.

*Полная длина дороги* – это сумма всех лесотранспортных путей в лесном массиве

$$L_{\Pi} = L_{\text{М}} + L_{\text{В}} + L_{\text{УС}},$$

где  $L_{\text{М}}$  – длина магистрали, км;  $L_{\text{В}}$  – длина веток, км;  $L_{\text{УС}}$  – длина усов, км.

Эксплуатационная длина дороги:

$$L_{\text{ЭКС}} = L_{\text{М}} + 0,75L_{\text{В}} + 0,5L_{\text{УС}}.$$

По эксплуатационной длине дороги определяется потребность в рабочих на содержание и ремонт дороги.

*Коэффициент удлинения трассы дороги* – это отношение действительной длины дороги  $L_{\text{Д}}$  к длине дороги по воздуху  $L_{\text{В}}$

$$\frac{L_{\text{Д}}}{L_{\text{В}}} = 1 + m,$$

где  $m$  – коэффициент относительного увеличения действительной длины дороги:  $m = 0,1 \dots 0,4$ .

Коэффициент удлинения трассы показывает, во сколько раз действительная длина дороги больше прямой линии, соединяющей ее начальный и конечный пункты. Он зависит от типа дороги, ее категории, рельефа местности и других факторов.

*Грузооборот дороги* – объем заготовленной древесины, перевозимой по данной дороге в единицу времени (смену, сутки, месяц, квартал, год):

$$Q_{\text{Г}} = \frac{Q_{\text{М}}}{T},$$

где  $Q_{\text{Г}}$  – годовой грузооборот дороги, м<sup>3</sup>;  $Q_{\text{М}}$  – ликвидный запас древесины в осваиваемом лесном массиве, м<sup>3</sup>;  $T$  – срок эксплуатации этого лесного массива, лет.

Грузооборот дороги – важнейший показатель, по которому определяют ее категорию, а, следовательно, и конструктивные параметры, а также потребное количество лесотранспортных средств.

Практически в целях наглядности грузооборот дороги и отдельных ее участков изображают схематически в виде графика грузопотоков. При построении графика масштабы расстояний и грузообороты принимают такими, чтобы схема была достаточно наглядной и понятной. Выбрав масштаб, вычерчивают график грузопотоков древесины.

График грузопотоков древесины наглядно показывает как загружены отдельные участки дороги и позволяет судить о степени важно-

сти разных участков дороги, так как по графику видно откуда, куда и сколько древесины перевозится по дороге или ее участку в принятый отрезок времени (смену, сутки и т.д.).

*Грузовая работа* – количество кубокилометров, выполненных на данной дороге или ее участке в единицу времени. Она определяется как произведение грузооборота на его пробег.

На лесотранспорте грузовая работа измеряется в кубокилометрах, а на дорогах общего пользования – в тоннокилометрах. Грузовая работа лесотранспортной сети равна сумме грузовых работ на отдельных ее участках:

$$R = q_1(l_1 + l_5) + q_2(l_1 + l_2 + l_3) + q_3(l_1 + l_2 + l_4) = \sum q_i l_i.$$

По величине грузовой работы определяют среднее расстояние вывозки.

*Среднее расстояние вывозки* – это отношение грузовой работы дороги к ее грузообороту, то есть

$$L_{\text{ср}} = \frac{R}{Q_{\Gamma}}$$

По этому показателю определяется количество транспортных средств для перевозки древесины и их производительность, себестоимость перевозки древесины, расход топлива.

*Грузопоток (грузонапряженность) дороги* – количество заготовленной древесины, которое вывозится по данному участку дороги за расчетный период (смену, сутки, месяц, год). Этот показатель характеризует загруженность каждого участка дороги:

$$Q_{\Gamma\Pi} = \sum_{i=1}^n q_i,$$

где  $n$  – количество погрузочных пунктов (верхних складов:  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ );  $q_i$  – объем древесины, который вывозится с  $i$ -го погрузочного пункта (верхнего склада),  $\text{м}^3$ .

*Коэффициент пробега* – это отношение среднего расстояния вывозки к эксплуатационной длине дороги:

$$\alpha = \frac{L_{\text{ср}}}{L_{\text{экс}}}.$$

Этот коэффициент показывает, какой участок эксплуатационной длины дороги пробегает в среднем каждый кубометр вывезенной древесины. Он также характеризует степень приближения транспортных

путей к лесосеке и транспортную загруженность дороги и находится в пределах 0,3...0,85.

*Густота дорожной сети* – это степень транспортного освоения лесного массива (территории). Она характеризуется удельной протяженностью транспортных путей, то есть количеством путей, приходящихся на единицу площади лесного массива (км на 1 км<sup>2</sup> или км на 100 га):

$$L_{\text{у.п.}} = \frac{L_{\text{п.}}}{S_{\text{м}}},$$

где  $S_{\text{м}}$  – общая площадь осваиваемого лесного массива, км<sup>2</sup>.

Для нормальной работы ГЛХУ и лесозаготовительных предприятий густота дорожной сети должна быть не менее 0,432 км на 100 га лесопокрытой площади. В этой связи необходимо до 2015 года построить 11800 км автомобильных лесных дорог.

Важным показателем является также пропускная способность дороги – максимальное количество транспортных средств, которое может пропустить дорога в единицу времени (час, сутки) при заданной скорости движения.

## Лекция 19

### 19.1. Тяговый и прицепной состав для вывозки заготовленной древесины

#### 19.1.1. Общие сведения о машинах для вывозки древесины

По лесовозным и другим дорогам заготовленная древесина может вывозиться деревьями, хлыстами, полухлыстами, сортиментами и в виде щепы. Длина деревьев и хлыстов может колебаться от 16 до 24 м, сортиментов – от 2 до 8 м. К средствам вывозки заготовленной древесины относятся автомобильные лесовозные поезда и автощеповозы, а также тяговый и подвижной состав железных дорог узкой и широкой колеи.

Вывозка заготовленной древесины производится преимущественно автомобильным транспортом. В Беларуси более 90 % заготовленной древесины вывозится автомобильными поездами различных типов. Автомобильный поезд состоит из автомобиля-тягача и прицепного состава.

При комплектовании автопоездов рекомендуется придерживаться следующих основных принципов: достижение максимальной грузоподъемности при ограничении нагрузки на ось и давления на дорогу, обеспечение оптимальной энерговооруженности, проходимости, маневренности и управляемости.

#### 19.1.2. Лесовозные автомобили и прицепной состав

Для вывозки заготовленной древесины выпускаются специальные лесовозные автомобили: МАЗ-5434, МАЗ-63031, МАЗ-64255, КамАЗ-5320, КамАЗ-5410, Урал-4320 и др. К лесовозным автомобилям выпускаются полуприцепы, прицепы и прицепы-ропуски, которые могут быть одноосными и двухосными. Лесовозный автомобиль с прицепом, полуприцепом или прицепом-ропуском называется автопоездом.

В Беларуси на вывозке древесины применяются в основном автопоезда на базе автомобилей МАЗ-5434, КамАЗ-5410 и частично Урал-4320.

Лесовозные автомобили могут быть двух- и трехосными со всеми ведущими осями или только с задними ведущими осями. Прицепной состав может быть одно-, двух- и трехосным.

В зависимости от осевой нагрузки полной массы автомобиля и автопоезда подразделяются на группы А и Б.

К группе А относятся автомобили и автопоезда, предназначенные для эксплуатации на автомобильных дорогах I и II категорий об-

щей сети, а также на других дорогах с проезжей частью, рассчитанной на пропуск автомобилей и автопоездов этой группы. Нормальная нагрузка на одиночную ось 100 кН, а при спаренных осях – 180 кН. Давление колес на поверхность дороги не должно превышать 0,65 МПа.

К группе Б относятся автомобили и автопоезда, предназначенные для эксплуатации на всех автомобильных дорогах. Нормальная нагрузка на одиночную ось 60 кН, а при спаренных осях – 100 кН. Давление колес на поверхность дороги не должно превышать 0,55 МПа.

Установлены и предельные параметры автомобилей и автопоездов на дорогах общего пользования. Так, ширина транспортного средства должна быть не более 2,5 м, высота – 3,8 м. Полная длина не должна превышать: 12 м для автомобилей с любым количеством осей без прицепа; 20 м для автопоездов в составе тягач + полуприцеп или автомобиля с одним прицепом; 24 м для автопоездов в составе автомобиля с двумя и более прицепами. На автомобильных лесовозных дорогах общая длина автопоезда не ограничивается, а ширина не должна превышать 3...3,2 м.

Все автомобили по общему числу и числу ведущих колес условно обозначаются колесной формулой, в которой первая цифра означает общее количество колес, а вторая – число ведущих колес. Например, 6х6 означает трехосный автомобиль со всеми ведущими осями; 6х4 – трехосный автомобиль с двумя ведущими осями.

На вывозке заготовленной древесины по автодорогам применяют колесные прицепы, полуприцепы и прицепы-ропуски: МАЗ-9008, МАЗ-99864, МАЗ-83781-20, ГКБ-9362, ГКБ-9883, ТМЗ-802 и др.

*Прицепом* называется повозка с двумя или тремя осями на пневматических шинах, несущая весь груз на себе. Прицеп буксируется автомобилем и применяется в основном для перевозки сортиментов.

*Прицеп-ропуск* – это повозка, имеющая одну или две оси и несущая на себе только часть груза. Другая часть груза укладывается на автомобиль. Прицеп-ропуск отличается от полуприцепа тем, что сцепное устройство ропуска с автомобилем позволяет изменять расстояние между ними в зависимости от длины перевозимого груза. При перевозке древесины и других грузов длиной более 8 м применяется крестообразная сцепка тягача с прицепом-ропуском из стальных канатов для обеспечения вписывания ропуска в кривые и движения колес ропуска по колею автомобиля.

Вывозка заготовленных хлыстов (полухлыстов) производится преимущественно автопоездами, состоящими из автомобиля-тягача и двухосного прицепа-ропуска, оборудованных кониками.



Сортименты вывозят автопоездами следующих трех основных типов: автомобиль + прицеп-ропуск; автомобиль-тягач седельного типа + полуприцеп; многокомплектный автопоезд.

Щепу вывозят автощеповозами, состоящими из автомобиля-тягача с седельным устройством и полуприцепа, оборудованного кузовом. Так, для перевозки щепы применяются автощеповозы ЛТ-7А на базе МАЗ-5430 с вместимостью кузова с надставными бортами  $37\text{ м}^3$ , без надставных бортов  $25\text{ м}^3$ ; ЛТ-191 на базе МАЗ-54331 с вместимостью кузова с надставными бортами  $40\text{ м}^3$ , без надставных бортов –  $28\text{ м}^3$  и др.

Лесовозные автопоезда необходимо формировать так, чтобы достигались максимальная грузоподъемность при регламентированных нагрузке и давлении колес на дорогу, проходимость, маневренность и управляемость. Грузоподъемность автомобилей и прицепного состава лимитируются в основном грузоподъемностью шин колес автопоезда.

### **19.1.3. Самозагружающиеся лесовозные автомобили и автопоезда**

**Самозагружающимся лесовозным автомобилем** (автопоездом) называется лесовозный автомобиль (автопоезд), оснащенный специальным навесным оборудованием для погрузки на него на лесосеке хлыстов или сортиментов. При необходимости таким автомобилем (автопоездом) можно производить и выгрузку доставленной древесины на нижнем складе или у потребителя. В настоящее время получили применение самозагружающиеся лесовозные автомобили и автопоезда, оснащенные стреловыми гидравлическими лесопогрузочными кранами-манипуляторами. Такой лесопогрузочный кран крепится на раме лесовозного автомобиля и может устанавливаться за кабиной автомобиля (чаще всего), на конце рамы (в автомобилях-сортиментовозах) или на отдельной консоли. В последнем случае кран после загрузки лесоавтопоезда можно оставить на лесосеке на месте загрузки, если расстояние вывозки большое и в пункте назначения имеется оборудование для выгрузки древесины с лесовоза. Это позволяет увеличить полезную нагрузку на автопоезд. После монтажа крана на автомобиле гидросистема крана подключается к гидравлическому насосу автомобиля.

Самозагружающиеся лесоавтопоезда получили широкое применение при освоении небольших по площади и территориально разбросанных лесосек, а также при проведении рубок ухода и постепенных рубок в Беларуси, Латвии и некоторых странах СНГ. Выбор стрелового лесопогрузочного крана-манипулятора для лесовозного автомобиля необходимо производить исходя из вида вывозимой из лесосек древесины (сортименты, хлысты) и ее крупности. При вывозке сортиментов целесообразно использовать на самозагружающихся лесоавтопоездах стреловые гидрокраны-манипуляторы с подъемным моментом нетто

60...65 кНм.

Погрузку древесины на самогружающиеся лесоавтопоезда, а при необходимости и выгрузку, производит водитель автопоезда.

#### **19.1.4. Тяговый и прицепной подвижной состав узкоколейных железных дорог**

*Тяговые машины* на железных дорогах называются локомотивами. К ним относятся тепловозы и электровозы.

В настоящее время вывозка заготовленной древесины по узкоколейным железным дорогам (УЖД) не производится.

Для вывозки хлыстов по дорогам широкой колеи в частности в Российской Федерации применяются специальные платформы на двух двухосных тележках. Платформа имеет металлический пол и оборудована шестью парами постоянных металлических стоек, стояночным и автоматическим тормозами и ударно-тяговыми приборами с автосцепками типа СА-3.

#### **19.2. Определение расчетной массы автопоезда и полезной нагрузки**

Расчетная масса автопоезда на лесовозных дорогах определяется из условия обеспечения возможности его равномерного движения на руководяще подъеме. При равномерном движении

$$F_p = G_{\text{а\delta}}(\omega_0 + g i_p), \quad (19.1)$$

где  $F_p$  – расчетная касательная сила тяги автомобиля на второй передаче, Н;  $G_{\text{бр}}$  – расчетная масса автопоезда с грузом, т;  $\omega_0$  – основное сопротивление движению автопоезда, Н/т;  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $i_p$  – руководящий подъем, ‰.

Из уравнения (19.1) имеем

$$G_{\text{а\delta}} = \frac{F_p}{\omega_0 + g i_p}. \quad (19.2)$$

Величина расчетной силы тяги автомобиля на второй передаче должна быть

$$F_k > F_p < F_{\text{сц}},$$

где  $F_k$  – касательная сила тяги;  $F_{\text{сц}}$  – сила тяги по сцеплению.

Таким образом за расчетную силу тяги принимается меньшее значение из величин  $F_k$  и  $F_{\text{сц}}$ .

Для определения полезной нагрузки на автопоезд необходимо сначала подобрать прицепной состав к автомобилю так, чтобы масса

автопоезда с грузом была равна  $G_{бр}$  или возможно ближе к ней. Полезная нагрузка на автопоезд в  $m^3$  будет равна

$$Q_{пол} = \frac{G_{бр} - G_a - G_{пр}}{\gamma_{др}}, \quad (19.3)$$

где  $G_a$  – масса автомобиля без груза, т;  $G_{пр}$  – масса прицепа без груза, т;  $\gamma_{др}$  – объемная масса древесины, т/ $m^3$ .

Полезная нагрузка  $Q_{пол}$ , определенная по формуле (19.3), не должна быть больше грузоподъемности автопоезда, то есть должно соблюдаться условие, что

$$Q_{пол} \leq \frac{q_a + q_{пр}}{\gamma_{др}}, \quad (19.4)$$

где  $q_a$ ,  $q_{пр}$  – паспортная грузоподъемность соответственно автомобиля и прицепа, т.

При перевозке сортиментов максимальный объем древесины, который может быть погружен на автопоезд, определяется по формуле

$$V_{max} = bhl_c n \Delta,$$

где  $b$  – расстояние между стойками коника, м;  $h$  – полезная высота стоек коника, м;  $l_c$  – длина погружаемых сортиментов, м;  $n$  – количество пачек сортиментов, уложенных по длине грузовой платформы с учетом зазоров между кониками (0,3...0,5 м), шт;  $\Delta$  – коэффициент плотности укладки сортиментов: 0,7 – при погрузке вразнокомелицу; 0,5 – при несоблюдении порядка погрузки.

Срок службы автомобиля и прицепного состава во многом зависит от того, насколько правильно распределена нагрузка между автомобилем и прицепным составом.

### 19.3. Определение производительности автопоезда на вывозке древесины

Производительность автопоезда на вывозке заготовленной древесины зависит от многих факторов – полезной нагрузки на поезд, расстояния вывозки, скорости движения поезда с грузом и порожнем, времени на загрузку и выгрузку лесовозного транспорта и др. и может быть определена для каждого конкретного случая по формуле

$$\Pi = \frac{[T - (t_{п-з} + t_{л} + t_0 S_0)] Q_{пол}}{\left(\frac{a}{S_M} + b\right) t_M S_M + t_B S_B + t_{yc} S_{yc} + t_{встр} S_1 + t_{п} Q_{пол} + t_{п-в}} \quad (19.5)$$

где  $T$  – продолжительность смены, с;  $t_{п-з}$  – время на выполнение подгото-

вительно-заключительных работ, с: для автомобилей с бензиновым двигателем  $t_{п-з} = 1200$  с, с дизельным –  $t_{п-з} = 1800$  с;  $t_l$  – время на предрейсовый медицинский осмотр (240 с) и личные надобности (600 с), с;  $t_0$  – время нулевого пробега 1 км в обоих направлениях, с;  $S_0$  – расстояние нулевого пробега (от гаража до нижнего склада), км;  $Q_{пол}$  – полезная нагрузка на рейс автопоезда (автомобиля), м<sup>3</sup>: зависит от типа дороги, по которой вывозится древесина (грунтовая, гравийная и т. д.); вида вывозимой древесины (хлысты, сортименты, щепы); грузоподъемности лесовозного автопоезда;  $a$ ,  $b$  – коэффициенты, зависящие от расстояния вывозки: при расстоянии вывозки более 40 км  $a = 1,7$  и  $b = 0,96$ ; при расстоянии вывозки более 40 км  $a = 7,37$  и  $b = 0,81$ ;  $t_m$ ,  $t_v$ ,  $t_{yc}$  – время пробега 1 км в обоих направлениях соответственно по магистрали, ветке и лесовозному усу, с;  $S_m$ ,  $S_v$ ,  $S_{yc}$  – расстояние вывозки древесины соответственно по магистральной дороге, ветке и лесовозному усу, км;  $t_{встр}$  – время на ожидание встречного поезда (автомобиля) на 1 км пробега в порожнем направлении, с: при двухполосном движении  $t_{встр} = 0$ ;  $S_1$  – протяженность лесовозной дороги с однополосным движением, км;  $t_p$  – время на погрузку 1 м<sup>3</sup> древесины на лесовозный транспорт, с: зависит от типа грузоподъемной машины и вида погружаемой древесины;  $t_{п-в}$  – время на установку автомобиля (поезда) под погрузку и выгрузку и время на выгрузку древесины на один рейс, с.

Из формулы (19.5) видно, что основными факторами, влияющими на производительность автопоезда (автомобиля) являются полезная нагрузка на рейс, расстояние вывозки древесины и время пробега 1 км в обоих направлениях (скорость движения).

Так, с увеличением полезной нагрузки на рейс автопоезда его производительность будет возрастать, так как объем вывозимой древесины за один рейс увеличивается более интенсивно в сравнении с увеличением времени на погрузку большего объема древесины и время одного рейса возрастает незначительно.

С увеличением расстояния вывозки древесины или времени пробега 1 км в обоих направлениях производительность автопоезда будет уменьшаться, потому что увеличивается время одного рейса и за смену будет вывезено меньшее количество древесины.

#### 19.4. Определение потребности в тяговом и прицепном составе

Рабочий парк автомобилей для вывозки заготовленной древесины равен

$$n_{\text{раб}} = \frac{Q_{\Gamma} k_{\text{H}}}{s_{\text{Др}} \Pi_{\text{см}}},$$

где  $Q_{\Gamma}$  – объем древесины, подлежащей вывозке за год или за сезон,

$m^3$ ;  $k_n$  – коэффициент неравномерности работы дороги:  $k_n = 1,05 \dots 1,2$ ;  $s$  – число смен работы в сутки на вывозке древесины;  $D_p$  – число рабочих дней в году или в сезоне;  $P_{см}$  – сменная производительность автопоезда (поезда),  $m^3$ .

Списочное количество лесовозных автомобилей равно

$$n_{с.а.} = \frac{n_p}{k_{т.г.}} + n_{р.а.},$$

где  $k_{т.г.}$  – коэффициент технической готовности автомобилей: при односменной работе  $k_{т.г.} = 0,85$ ; двухсменной –  $0,8$ ; трехсменной –  $0,75$ ;  $n_{р.а.}$  – количество резервных автомобилей: оно составляет  $8 \dots 10$  % от рабочего парка автомобилей.

Количество прицепного состава принимается равным максимальному количеству списочных лесовозных автомобилей.

### **19.5. Организационная структура транспортных цехов и дорожной службы в лесозаготовительных предприятиях**

Вывозка заготовленной древесины ЛЗП производится на нижний склад этого предприятия или непосредственно на склады деревообрабатывающих предприятий. В зависимости от годового грузооборота дороги, структуры ЛЗП и других условий лесотранспортный цех может входить в состав лесопункта, быть самостоятельным и обслуживать несколько лесопунктов или крупных лесозаготовительных мастерских участков.

Лесовозная дорога является производственной единицей ЛЗП. Для поддержания дороги в исправном состоянии и проведения ее ремонта, а также строительства временных дорог в каждом ЛЗП имеется дорожная служба, которую возглавляет старший дорожный мастер или мастер. В подчинении дорожного мастера имеется ремонтная бригада и бригады по строительству лесовозных усов.

Количество рабочих в бригаде по строительству лесовозных усов определяется как частное от деления общих трудозатрат на строительство лесовозных усов в данном году на число рабочих дней в году на строительстве усов. Общие трудозатраты зависят от типа усов, их протяженности и трудозатрат на строительство 1 км данного типа уса.

### **19.6. Организация движения лесовозных поездов на вывозке заготовленной древесины**

Лесовозная дорога является связующим звеном между лесопогрузочными пунктами на лесосеках и нижним складом ЛЗП. Поэтому работа на этих пунктах и складе должна быть организована так, чтобы время нахождения лесовозных поездов под погрузкой и выгрузкой было минимальным. Руководство погрузочными работами на лесосеках осуществляет мастер лесозаготовок или бригадир комплексной бригады, а выгрузкой древесины на нижнем складе – мастер нижнего склада. Погрузкой древесины на автопоезд руководит водитель автопоезда и несет ответственность за правильное распределение груза между кониками автомобиля и прицепа-ропуски и габариты автопоезда. Хлысты, погруженные на автопоезд, должны быть увязаны канатом посередине, а автопоезд оснащен опознавательными знаками.

Для организации движения поездов на вывозке древесины в ЛЗП имеется диспетчерская служба на каждой лесовозной дороге. Диспетчеры в своей работе руководствуются директивным (плановым) графиком или расписанием движения поездов, утвержденным директором ЛЗП, которые являются обязательными для всех работников. Диспетчер подчиняется начальнику дороги или лесопункта. В его обязанности входит обеспечение выполнения сменного (суточного) плана вывозки заготовленной древесины, доставки работающих на лесосеки и обратно и др. Он имеет право давать распоряжения работникам, занимающимся погрузкой, вывозкой и выгрузкой древесины. Для этого диспетчер должен иметь надежную телефонную или радиотелефонную связь с гаражом (депо), ремонтно-механической мастерской, нижними складами, лесопогрузочными пунктами (верхними складами), а также по возможности с водителями поездов. Диспетчер ведет журнал учета работы лесовозного транспорта за смену и устанавливает причины нарушений в его работе.

Организация вывозки заготовленной древесины осуществляется по графикам движения, которые составляются с учетом обязательного выполнения суточного объема вывозки древесины, расположения погрузочных пунктов, наилучшего использования тягового и прицепного состава и чтобы каждый водитель автопоезда выполнил целое число рейсов. Для этого продолжительность смены водителя поезда может быть увеличена или уменьшена с таким расчетом, чтобы за месяц водитель отработал требуемое количество часов.

Автопоезда выпускают на линию по ступенчатому графику с таким расчетом, чтобы на погрузочный пункт они прибывали через одинаковые промежутки времени, равные примерно времени погрузки автопоезда.

При движении по одноколейным дорогам порожние автопоезда должны уступать дорогу груженым и ожидать их на разъездах.

На отгруженную с лесосеки древесину водителю автопоезда выдается документ - накладная (ярлык), в которой мастер лесозаготовок указывает объем погруженной древесины в м<sup>3</sup> и штуках.

## Лекция 20

### РАБОТЫ НА НИЖНИХ ЛЕСНЫХ СКЛАДАХ

#### 20.1. Назначение, типы и особенности лесных складов

По назначению лесные склады разделяются на перевалочные и перевалочно-разделочные. На перевалочных лесных складах производится в основном перегрузка лесоматериалов с одного вида транспорта на другой со складированием и временным хранением их при необходимости. На перевалочно-разделочных лесных складах производится приемка древесного сырья и первичная его обработка (раскряжевка хлыстов на сортименты, разделка долготья на сортименты заданных конечных длин, сортировка круглых лесоматериалов и при необходимости их окорка), частичная или полная переработка лесоматериалов (продольная распиловка бревен на пиломатериалы различного назначения, производство колотых балансов и щепы и др.), временное хранение и погрузка лесопроductии на транспорт общего назначения (в вагоны, на автомобили, в суда).

Лесные склады подразделяются на типы: лесоперевалочные базы, лесные порты, лесные склады деревообрабатывающих предприятий, лесопромышленные склады лесозаготовительных предприятий (нижние лесные склады ЛЗП).

Лесоперевалочные базы (предприятия) размещаются на стыке сплавного пути и сухопутного транспорта общего назначения. Древесное сырье на базу поступает сплавом, подвергается первичной обработке и частичной переработке и полученные лесоматериалы затем отгружаются на транспорт общего назначения.

Лесные порты размещаются на стыке железнодорожного и водного транспорта. На них лесоматериалы доставляются по железной дороге, затем подвергаются частичной переработке и грузятся на водный транспорт (в основном на морские суда).

Лесные склады деревообрабатывающих предприятий размещаются на территории этих предприятий и на них древесное сырье и лесоматериалы могут поступать как сухопутным, так и водным транспортом. Здесь они подвергаются первичной обработке (при необходимости) и затем перерабатываются на лесопроductию различного назначения (пиломатериалы, мебельные заготовки, мебель и т.д.).

Лесопромышленные склады ЛЗП являются производственными подразделениями этих предприятий и предназначены для приема и первичной обработки древесного сырья, частичной или полной механической переработки лесоматериалов, выполнения транспортно-погрузочных операций, временного хранения и отгрузки лесопроductии потребителям. Они подразделяются на лесопогрузочные пункты, верхние, промежуточные и нижние лесные склады.



Лесопогрузочные пункты располагаются на лесосеках у лесовозных дорог и предназначены для временного размещения хлыстов или сортиментов и их погрузки на лесовозный транспорт.

Верхние лесные склады также располагаются на лесосеках у лесовозных дорог и предназначены для первичной обработки заготовленной древесины (очистки деревьев от сучьев, раскряжевки хлыстов на сортименты и др.), временного хранения лесоматериалов и погрузки их на лесовозный транспорт.

Промежуточные лесные склады располагаются у магистрали или веток лесовозной дороги и предназначены для первичной обработки заготовленной древесины (очистки деревьев от сучьев, раскряжевки хлыстов на сортименты и др.), создания запасов древесины с целью более ритмичной в течение года работы ЛЗП и погрузки ее на магистральный лесовозный транспорт. Они не являются обязательными и устраиваются лишь в случае производственной необходимости.

Нижние лесные склады располагаются в пунктах примыкания лесовозных дорог к транспортным путям общего назначения (железнодорожным, автомобильным и водным). Они являются важнейшими производственными подразделениями ЛЗП и их устройству и работе должно уделяться большое внимание.

В зависимости от вида транспорта, которым доставляется древесное сырье на склад и на который отгружается лесопродукция, нижние лесные склады подразделяются на сухопутные (прирельсовые) склады, сухопутно-водные (береговые), водно-сухопутные и водные склады. В Республике Беларусь преобладают сухопутные нижние лесные склады.

Основными показателями работы лесного склада являются грузооборот (объем, древесины обрабатываемой на складе в единицу времени: сутки, месяц, сезон, год), занимаемая площадь, вместимость, удельная вместимость и продолжительность работы склада в течение года.

В зависимости от годового грузооборота нижние склады делятся на три категории: мелкие (до 100 тыс. м<sup>3</sup>), средние (от 100 до 300 тыс.м<sup>3</sup>) и крупные (300 тыс. м<sup>3</sup> и более).

В Беларуси сейчас преобладают мелкие сухопутные нижние лесные склады ЛЗП с вывозкой на них хлыстов. Наблюдается тенденция к сокращению числа складов в связи с ростом объемов заготовки и вывозки древесины сортиментами и удорожанием электроэнергии.

## **20.2. Структурная схема технологического процесса современного сухопутного нижнего лесного склада**

Сухопутный нижний лесной склад располагается в пункте примыкания лесовозной дороги к железной дороге широкой колеи или к шоссейной автомобильной дороге. Преобладают прижелезнодорожные лесные склады. Структурная схема технологического процесса такого лесного склада с

вывозкой на него хлыстов дана на рис. 20.1, из которого видно, что современный нижний лесной склад является не только местом хранения заготовленной древесины, но и лесообрабатывающим цехом ЛЗП. Структурная схема наглядно показывает взаимосвязь отдельных видов работ, выполняемых на складе.

Все работы на лесном складе выполняются на отдельных участках и поточных линиях, в цехах, состоящих из различных машин и установок (станков), выполняющих в определенной последовательности ряд основных и вспомогательных операций. В каждой поточной линии и в цехах имеется несколько технологических (обрабатывающих) установок (станков), связанных между собой транспортными устройствами. Предмет труда (хлыст, сортимент) последовательно проходит обработку на установках.

На нижнем лесном складе можно выделить следующие производственные участки, поточные линии и цеха:

- участок выгрузки и создания запасов древесного сырья и подачи его в обработку;
- основные технологические потоки (линии) по производству круглых лесоматериалов из древесного сырья, на которых производится дозачистка пеньков сучьев на хлыстах, раскряжевка хлыстов на сортименты, сортировка сортиментов;
- дополнительные технологические потоки (цеха) на которых производится разделка сортиментного долготья на коротье, окорка или расколка дреевсины (балансовый, рудстоечный или дровозаготовительный цеха);
- цеха по механической переработке лесоматериалов: лесопильный, тарный, шпалорезный и др.;
- вспомогательные цеха по переработке низкокачественной древесины и отходов деревообработки на щепу;
- участок штабелевки и отгрузки готовой лесопродукции потребителям.

Объем и перечень выполняемых работ зависят от назначения и типа склада, наличия вблизи специализированных деревообрабатывающих предприятий и других факторов.

### **20.3. Режим работы нижнего лесного склада**

Основными показателями, характеризующими работу лесного склада, являются его грузооборот, вместимость, занимаемая площадь и продолжительность работы в течение года.

Грузооборот лесного склада  $Q$  – это объем древесины в м<sup>3</sup>, пропускаемый через склад в единицу времени (сутки, месяц, сезон, год).

Вместимость лесного склада  $E$  – это объем лесоматериалов в м<sup>3</sup>, который может быть одновременно размещен на территории склада.

Площадь лесного склада  $F_{бр}$  – это площадь в м<sup>2</sup>, на которой размещены лесоскладское оборудование и сооружения, штабеля древесины и

разрывы между ними, внутрискладские пути, погрузочные тупики, производственные здания и другие объекты.

Продолжительность работы лесного склада в течение года  $T$  – это количество дней работы склада в году. Оно равно числу календарных дней в году за вычетом выходных, праздничных и других нерабочих дней.

Лесной склад характеризуется также режимом работы, представляющим собой совокупность показателей, показывающих сроки и объемы поступления на склад заготовленной древесины, ее обработки, выхода готовой продукции и отгрузки ее со склада. Режим работы склада зависит в основном от вида транспорта, которым доставляется заготовленная древесина на склад и на который грузится лесопродукция для доставки ее потребителям. Наиболее наглядный режим работы лесного склада дают интегральные графики поступления, обработки древесины и отгрузки лесопродукции потребителям.

На сухопутных нижних лесных складах поступление древесного сырья и отгрузка готовой продукции круглогодовые с небольшими перерывами в периоды распутицы и работа таких складов почти равномерная в течение года. На графике линии показывают нарастающим итогом:

I – прибытие заготовленной древесины на склад;

II – поступление древесины в обработку;

III – выход готовой продукции после обработки;

IV – отгрузка лесопродукции со склада.

Разности ординат дают:

- линий I и II – запас древесного сырья на складе;

- линий II и III – количество образующихся при переработке древесного сырья отходов;

- линий III и IV – запас готовой продукции у фронта отгрузки;

- точек А и Б – годовой грузооборот лесного склада  $Q_{г.с.}$  по сырью;

- точек Б и Г – переходящий запас древесного сырья на 1 января.

Ордината точки Б дает годовой объем отгружаемой готовой продукции  $Q_{г.п.}$ , а точки Г – переходящий запас готовой продукции на 1 января следующего года.

Величины запасов  $Q_{г.с.}$  и  $Q_{г.п.}$  следует выбирать такими, чтобы линии I и II, III и IV между собой нигде не пересекались.

Вместимость склада для хранения запасов сырья  $E_c$  и готовой продукции  $E_p$  рассчитываются по наибольшей из разностей ординат соответственно линий I и II, III и IV.

На береговых нижних лесных складах поступление древесного сырья обычно круглогодное, а отгрузка готовой продукции только в летний период. Поэтому режим работы берегового склада существенно отличается от сухопутного склада. В этом случае наибольший запас готовой продукции  $E_p$  на береговом складе образуется ко дню открытия навигации и может достигать значительных объемов при кратковременном сплаве.

#### **20.4. Запасы древесины на нижнем лесном складе**

Запасы древесины на лесных складах необходимы для их нормальной работы. Они различны по виду и назначению и вместимость склада должна быть такой, чтобы на нем можно было разместить наибольшую величину запасов. По виду укладываемой древесины различают запасы сырья, полуфабрикатов и готовой продукции.

Запасы сырья (хлыстов) создают у основных технологических потоков (поточных линий), которые укладывают в потоке или на некотором удалении от него.

Запасы полуфабрикатов (сортиментов, подлежащих переработке на этом же складе) располагают непосредственно у деревообрабатывающих цехов.

Запасы готовой продукции укладывают у фронта отгрузки ее на подвижной состав железной дороги, в суда или сдачи в сплав.

По своему назначению запасы древесины на нижних лесных складах могут быть сезонными, резервными, межоперационными и технологическими.

Сезонные запасы предназначены для обеспечения нормальной работы лесоскладского оборудования при заранее предусмотренных длительных перерывах или резких колебаниях режима работы лесовозного транспорта, перерабатывающих цехов и транспортных средств, на которые отгружается готовая лесопродукция.

Резервные запасы необходимы для компенсации неравномерности работы смежных производственных участков, вызванной в основном случайными причинами, и при разном числе смен работы смежных участков.

Межоперационные запасы создаются между смежным оборудованием в пределах одного производственного участка, поточной линии, цеха для обеспечения нормальной работы потока (цеха и др.) при кратковременных остановках входящего в него основного оборудования или при изменении ритма работы одного из смежных станков.

Технологические запасы необходимы, когда требуется просушка некоторых видов продукции перед их отгрузкой потребителям.

Создание любого запаса сырья связано с дополнительными трудовыми, материальными и финансовыми затратами. Поэтому создание слишком больших запасов нецелесообразно. Желательна работа вообще без запасов, но практически это вызовет значительные простои лесоскладского оборудования. В этой связи определение оптимальных размеров запасов сырья, полуфабрикатов и готовой продукции является одной из важнейших задач при проектировании нижних лесных складов.

Объем сезонного запаса сырья может быть определен по интегральному графику, из которого видно, что наибольший запас сырья  $E_c$  будет к

началу прекращения вывозки древесины в связи с весенней распутицей и равен разности ординат линий I и II.

При вывозке древесины по дорогам круглогодочного действия сезонные запасы древесного сырья (хлыстов) на нижнем складе практически составляют 10 - 12% годового грузооборота. Поэтому при большом грузообороте нижнего склада часть сезонного запаса сырья приходится размещать на промежуточном лесном складе из-за невозможности размещения всего сезонного запаса сырья на нижнем лесном складе у основных технологических потоков.

Величина резервного запаса хлыстов  $E_{p.c.}$  может быть определена по формуле:

$$E_{p.c.} = Q_3 \cdot t_{\Pi} / t_3,$$

где  $Q_3$  - объем вывозки древесины в зимний период,  $m^3$ ;  $t_{\Pi}$  - возможное количество дней простоев лесовозной дороги по случайным причинам (снежные заносы и т.п.); зависит от типа лесовозной дороги, географического расположения ЛЗП и для грунтовых дорог  $t_{\Pi} = 5$  сут; для гравийных-  $t_{\Pi} = 3$  сут;  $t_3$  - количество рабочих дней на вывозке в зимний период.

Межоперационный запас хлыстов  $E_{m.c.}$  определяется исходя из того, что выгрузка сырья и подача в обработку производится пачками, а обработка его, как правило, поштучная и для нормальной работы основных потоков у каждой раскряжевочной установки должно быть не менее 1,5 - 2 пачек сырья. Тогда

$$E_{m.c.} = V_{\Pi} \cdot i_{\Pi} \cdot i_{M}, m^3,$$

где  $V_{\Pi}$  - объем выгружаемой пачки сырья,  $m^3$ ;  $i_{\Pi}$  - число пачек размещаемых у каждого раскряжевочного механизма, шт;  $i_{M}$  - число раскряжевочных механизмов на нижнем складе, шт.

Сезонные запасы полуфабрикатов (сортиментов у деревообрабатывающих цехов) как правило не создаются, так как установки, вырабатывающие полуфабрикаты, и оборудование, перерабатывающее полуфабрикаты в готовую продукцию на нижних лесных складах работают в течение года равномерно. Обусловлено это тем, что изменения ритма работы оборудования и длительные его остановки заранее не планируются. А при остановке всего склада на плановый ремонт запасы полуфабрикатов не требуются.

Резервные запасы полуфабрикатов создаются потому, что вследствие случайных факторов, выход отдельных сортиментов в процессе раскряжевки хлыстов неравномерный. Согласно действующим нормативам их объем равен 2 - 3-х сменному объему переработки, что обеспечивает сравнительно ритмичную работу цеха даже тогда, когда по-

луфабрикаты поступают в течение двух смен в сутки, а цех работает в одну смену, или наоборот.

Межоперационные запасы полуфабрикатов создаются между смежными технологическими установками (станками), входящими в поточную линию, для обеспечения работы линии при изменении ритма работы какой-либо установки или кратковременной остановки любой из этих установок. Эти запасы размещают в буферных магазинах или на буферных площадках, вместимость которых должна обеспечивать с требуемой вероятностью ритмичную работу поточной линии.

На нижних лесных складах готовая продукция может быть в виде круглых лесоматериалов (строительные бревна, лиственные деловые кряжи, балансовое долготье, частично пиловочные бревна и т.п.), различных пиломатериалов, шепы и др. Круглые лесоматериалы, не подлежащие разделке или переработке, подаются к фронту отгрузки от сортировочных установок, а остальная продукция – из соответствующих цехов.

У фронта отгрузки создаются только сезонные и резервные запасы и в некоторых случаях технологические. Роль межоперационных запасов выполняют резервные запасы. Объем запаса готовой продукции у фронта отгрузки определяется отдельно для каждого вида продукции.

Сезонные запасы готовой продукции необходимы для обеспечения нормальной работы склада в период заранее запланированных остановок цехов или перерывов отгрузки готовой продукции.

На прирельсовых нижних складах отгрузку готовой продукции планируют равномерной в течение всего года без перерывов, а иногда и без выходных дней.

Резервные запасы у фронта отгрузки создаются для компенсации неравномерности работы отдельных цехов, подачи под погрузку подвижного состава железной дорогой или судов. Величина резервных запасов готовой продукции у фронта отгрузки на прирельсовых складах согласно действующим нормативам равна 10 - 30-суточному объему отгрузки в зависимости от вида продукции.

Технологические запасы готовой продукции у фронта отгрузки необходимы для просушки отдельных видов продукции. Величина этих запасов зависит от сроков просушки, которые устанавливаются исходя из местных условий и соглашений с потребителями.

Запасы древесины на складах хранятся обычно в штабелях и поленницах. Поленница – это плотный штабель короткомерных лесоматериалов (длиной до 2-х м). Размеры и конструкция штабелей должны быть такими, чтобы обеспечивались сохранность уложенной древеси-

ны, безопасные условия работы, и они соответствовали возможностям штабелевочного оборудования. Для хранения древесины может укладываться в рядовые, пачково-рядовые, пачковые, плотные, клеточные, пакетные штабеля, поленницы и кучи.

Запасы хлыстов на нижних лесных складах укладывают в пачковые, а иногда и в клеточные штабеля.

Круглые лесоматериалы длиной более 2 м могут укладываться в запас в рядовые, пачково-рядовые, пачковые или плотные штабеля. В рядовых штабелях лесоматериалы располагаются параллельными рядами, между которыми укладывают две-три линии прокладок.

В пачково-рядовых штабелях пачки лесоматериалов располагаются рядами, между которыми укладывают две-три линии прокладок.

В пачковые штабеля лесоматериалы укладываются, когда на штабелевке применяют краны со стропными комплектами. В таких штабелях пачки отделяются друг от друга горизонтальными и наклонными прокладками. Объем пачек, укладываемых в штабель, зависит от грузоподъемности штабелевочного оборудования.

В плотных штабелях лесоматериалы укладываются без прокладок. Поэтому такие штабеля называют еще безпрокладочными. Укладка лесоматериалов в плотные штабеля возможна, если на штабелевке применяются краны с челюстными или торцовыми грейферами.

Шпалы укладывают в пачковые штабеля, а если необходима их просушка – в клеточные по 50 шт.

В пакетных штабелях лесоматериалы хранятся, если их доставка потребителям производится в пакетах, форма и размеры которых фиксированные и соответствуют габаритам подвижного состава, на который они грузятся, и грузоподъемности погрузочного оборудования.

Короткие круглые и колотые лесоматериалы на нижних лесных складах укладываются в поленницы кранами с грейферами, автопогрузчиками или вручную.

На лесных складах целлюлозно-бумажных предприятий короткие лесоматериалы хранят в кучах, что позволяет создавать одновременно большие запасы. Коротье укладывается в кучи специальными наклонными лесотранспортерами (стаккерами). Разбирают кучи кранами с грейферами.

Щепа на лесных складах хранится в специальных бункерах или кучах, которые располагают на открытых площадках. Щепа в бункера подается скребковыми транспортерами, а в кучи – ленточными транспортерами и пневмотранспортными установками. Разборка куч щепы производится кранами с грейферами или автопогрузчиками, снабженными ковшами.

Размеры штабелей и размещение их на складе принимаются с учетом требований правил пожарной безопасности и технологических возможно-

стей штабелевочного оборудования. Причем длина штабелей долготья зависит в основном от типа штабелевочного оборудования.

Требуемое количество штабелей пшт для каждого сортимента определяется по формуле:

$$n_{\text{шт}} = E / V_{\text{шт}},$$

где  $E$  - максимальный объем лесоматериалов данного наименования, подлежащий укладке на складе,  $\text{м}^3$ ;  $V_{\text{шт}}$  - объем одного штабеля,  $\text{м}^3$ ; он равен:

$$V_{\text{шт}} = L \cdot b \cdot h \cdot \Delta,$$

здесь  $L$  - длина штабеля на половине его высоты,  $\text{м}$ ;  $b$  - ширина штабеля, равная средней длине укладываемых в штабель лесоматериалов,  $\text{м}$ ;  $h$  - высота штабеля;  $\Delta$  - коэффициент полндревесности штабеля, он представляет собой отношение объема уложенной древесины в штабель к геометрическому объему штабеля.

Расчет требуемого количества штабелей необходимо вести с учетом дробности сортировки лесоматериалов.



## Лекция 21

### 21.1 Выгрузка древесины с лесовозного транспорта и подача ее в запас и обработку. Производительность оборудования.

На нижний лесной склад заготовленная древесина может поступать хлыстами и сортиментами, что зависит от типа технологического процесса лесозаготовок, применяемого на предприятии. Прибывшая на нижний склад древесина подлежит выгрузке и подаче в раскряжевку (обработку) или запас в резервный штабель (хлысты) или же в штабеля у цехов переработки древесины и фронта отгрузки (сортименты). Поданные в первичную обработку хлысты разделяются на части и затем поштучно поступают в обработку (раскряжевываются на сортименты). Для выполнения перечисленных выше видов работ применяется различное оборудование, которое можно разделить на три группы:

- оборудование только для выгрузки древесины у производственных участков и цехов, производящих ее обработку или же у фронта отгрузки;
- оборудование для выгрузки пачек хлыстов в обработку и разделение пачек на части;
- оборудование для выгрузки, создания значительных запасов хлыстов и подачи их в обработку.

К оборудованию только для выгрузки древесины относятся самозагружающиеся лесовозные автопоезда, оборудованные стреловыми гидрокранами-манипуляторами, тракторные толкатели и стреловые канатно-блочные установки (бревносвалы). Самозагружающиеся автопоезда применяются для выгрузки сортиментов у цехов переработки древесины или у фронта отгрузки, а тракторные толкатели и стреловые канатно-блочные установки – для выгрузки хлыстов.

Тракторный толкатель представляет собой трактор, оснащенный консольной фермой с вогнутым упором на переднем конце. Ферма имеет длину 3 - 4 м, устанавливается впереди трактора и шарнирно крепится к его раме. Изменение высоты подъема упора производится гидроцилиндром или лебедкой, имеющейся на тракторе.

Для разгрузки тракторный толкатель устанавливается перпендикулярно к оси разгружаемой единицы подвижного состава, упор поднимается и прижимается к пачке. Затем открываются стойки на подвижном составе со стороны выгрузки и трактор, двигаясь вперед, сталкивает пачку с коников. На разгрузку одной пачки требуется 10...15 мин.

Стреловая канатно-блочная установка (бревносвал) в настоящее время не применяется на нижних лесных складах.

Выгрузочное оборудование первой группы применяется сравнительно редко и на упрощенных нижних складах с небольшим грузооборотом (до 40 тыс. м<sup>3</sup> в год).

Кроме рассмотренного оборудования на выгрузке хлыстов и деревьев можно использовать разгрузочно-растаскивающие установки ЛТ-10 и ЛТ-74, а на выгрузке сортиментов – консольно-козловой кран ККЛ-16.

К оборудованию для выгрузки пачек хлыстов в обработку и разделение пачек на части относятся выгрузочно-растаскивающие установки ЛТ-10 и ЛТ-74 с приводом от лебедок. Такая установка состоит из двух челночных захватов, двух тяговых органов, двух однобарабанных приводных лебедок и аппаратуры управления с дистанционным пультом. Челночные захваты служат для выгрузки пачки хлыстов стаскиванием, ее разделения на части и перемещения их по эстакаде в зону обработки (раскряжевки). Для чего на каждом челночном захвате имеется утапливаемый упор и крюк. Тяговый орган предназначен для реверсивного перемещения челночного захвата по эстакаде и представляет собой канатно-блочную систему, состоящую из тягового каната, двух направляющих блоков и натяжного устройства для придания тяговому канату монтажного натяжения. Лебедка – однобарабанная, реверсивная и служит для привода в действие установки.

Технология выгрузки древесины с подвижного состава следующая. Разгружаемая единица подвижного состава устанавливается напротив эстакады, и рабочие откидывают стойки коников со стороны эстакады. Затем челночные захваты подаются к месту выгрузки, рабочие охватывают пачку стропами и петли, имеющиеся на концах строп, надевают на крюки захватов. Включив лебедки на рабочий ход, перемещают челночные захваты в обратном направлении и происходит стаскивание пачки с коников на эстакаду. По окончании разгрузки стропы отсоединяют от захватов и убирают порожний подвижной состав.

Условия применения установок ЛТ-10 и ЛТ-74 на выгрузке те же, что и оборудования первой группы. Основной их недостаток, что требуется применение ручного труда на зацепке и отцепке пачек. Кроме того, ими невозможно создать запас хлыстов более 100...150 м<sup>3</sup>. Поэтому такие установки применяют в основном в сочетании с другими грузоподъемными машинами, позволяющими создавать необходимый запас древесного сырья на нижнем сладе, и в этом случае они используются на разделении пачек на части и подаче их в обработку. Достоинствами установок ЛТ-10 и ЛТ-74 являются их экономичность, простота конструкции.

Производительность установок типа ЛТ-10 и ЛТ-74 на выгрузке древесины (м<sup>3</sup>/см) в конкретных производственных условиях определяется по формуле:

$$P_{\text{см}} = \frac{(T - t_{\text{п-3}}) \cdot \Phi_1 \cdot V_{\text{п}}}{\frac{l_{\text{ср}}}{v} + t_1 + t_2 + t_3}, \quad (21.1)$$

где  $T$  – продолжительность смены, с;  $t_{п-з}$  – время на выполнение подготовительно-заключительных операций, с;  $\varphi_1$  – коэффициент использования рабочего времени;  $V_{п}$  – средний объем выгружаемой пачки,  $m^3$ ;  $l_{ср}$  – среднее расстояние перемещения пачки, м;  $v$  – скорость перемещения пачки, м/с;  $t_1$  и  $t_2$  – соответственно время на зацепку и отцепку пачки, с;  $t_3$  – время на подачу под разгрузку очередной единицы подвижного состава и уборку порожней после разгрузки, с. Время холостого хода не учитывается, так как эта операция может быть выполнена за время  $t_3$ .

К оборудованию для выгрузки древесины, создания запасов и подачи ее в обработку относятся кабельные, козловые, консольно-козловые и мостовые краны, а также самоходные разгрузчики.

Из кабельных кранов на выгрузке и создании запасов хлыстов до  $2000 m^3$  находят применение краны КК-20 грузоподъемностью 20 т, пролетом 70, 80, 90 и 100 м и высотой опорных мачт 14 и 16 м.

**Кабель-кран КК-20** – с жестким креплением несущих канатов состоит из четырех мачт, двух спаренных несущих канатов, 12-ти якорей, двух грузовых тележек, канатно-блочной системы, двух полиспастов, приводных лебедок и вспомогательных устройств.

Мачты деревянные, опираются на бетонные или лежневые фундаменты и удерживаются в вертикальном положении растяжками.

Несущие канаты диаметром 35 мм крепятся якорями. Каждый спаренный несущий канат натягивается восьмикратным полиспастом. Грузовые тележки соединены поперечиной и снабжены крюковыми подвесками.

Канатно-блочная система состоит из тяговых и грузоподъемных канатов и направляющих блоков.

Лебедки служат для подъема и опускания груза и перемещения грузовых тележек, имеют одинаковое устройство и развивают тяговое усилие до 47 кН. Скорость перемещения тележек по несущим канатам 0,48 м/с, скорость подъема груза 0,08 м/с. Привод лебедок электрический, установленная мощность электродвигателей 44 кВт. Общая масса металлоконструкций 28 тонн.

К вспомогательным устройствам относятся, стационарный и выносной пульт управления краном.

Из козловых и консольно-козловых кранов на выгрузке древесины и создании запасов применяются в основном козловые краны ЛТ-62 и реже консольно-козловые краны КСК-30-42В. Они представляют собой самоходные грузоподъемные машины, у которых мост (несущая ферма) установлен на двух опорах, перемещающихся по рельсовому пути. Штабеля древесины, как правило, размещаются в пролете крана.

**Козловой кран ЛТ-62** состоит из несущей фермы, шарнирной и жесткой опор, грузовой тележки, механизмов подъема и опускания груза,

перемещения грузовой тележки, передвижения крана, системы питания электродвигателей крана, системы управления краном и кабины крановщика.

Несущая ферма решетчатая и состоит из отдельных секций, соединенных между собой болтами. За счет удаления средней секции пролет крана может быть уменьшен с 40 до 32 м. По концам несущей фермы установлены две грузовые лебедки и одна лебедка (над жесткой опорой) для передвижения грузовой тележки по ферме крана.

Опоры крана имеют решетчатую конструкцию. Каждая опора установлена на две тележки – ведущую и ведомую, соединенные жесткой стяжкой. Ведущие тележки снабжены противоугонными захватами. Ведомая тележка отличается от ведущей отсутствием привода и зубчатой передачи к ходовым колесам.

Грузовая тележка снабжена ходовыми колесами и перемещается по рельсовому пути, проложенному по верхнему поясу несущей фермы. На концах рельсового пути закреплены рельсовые упоры, ограничивающие передвижение грузовой тележки.

Механизм подъема и опускания груза состоит из двух грузовых лебедок, канатно-блочной системы и снабжен ограничителем грузоподъемности. Для получения требуемой грузоподъемности в механизме подъема груза имеется полиспаст.

Механизм передвижения грузовой тележки состоит из однобарабанной лебедки, канатно-блочной системы и устройства для придания тяговому канату необходимого натяжения.

Механизм передвижения крана состоит из электродвигателя, редуктора и ведущей шестерни, двух ходовых колес с зубчатыми венцами и тормоза. По концам подкранового пути установлены ограничительные линейки и тупиковые опоры. При подходе крана к концу пути конечный выключатель, установленный на ведущей тележке, взаимодействует с ограничительной линейкой и происходит отключение и затормаживание электродвигателей обеих ведущих тележек.

Система питания крана электроэнергией может быть троллейная или от гибкого кабеля.

Управление всеми механизмами крана находится в кабине крановщика, которая расположена в верхней части жесткой опоры.

**Мостовые краны** применяются на крупных нижних складах для выгрузки пачек хлыстов с лесовозного транспорта в запас и подачи в обработку. От козловых и консольно-козловых кранов они отличаются тем, что несущая ферма мостовых кранов не имеет опор, а непосредственно опирается на ходовые колеса. Крановый путь мостовых кранов прокладывается на высокой бетонной эстакаде. На крупных нижних складах в РФ находят применение мостовой кран КМ-3001 с двумя грейферными захватами. Суммарная грузоподъемность крана 30 кН, пролет крана – 31,5 м.

Расположение крановых путей, которые могут быть любой длины, на территории склада позволяет разместить под эстакадой крана технологическое оборудование, транспортеры и пути внутрискладского рельсового и безрельсового транспорта, которые могут пересекаться (в плане) с крановыми путями. Благодаря этому улучшается использование территории склада и упрощается его компоновка. Однако мостовые краны значительно дороже козловых и консольно-козловых кранов и их применения оправдано только на крупных нижних складах.

**Производительность** козловых, консольно-козловых и мостовых кранов на выгрузке хлыстов и деревьев с укладкой в запас или подачей в обработку высокая (до 800 м<sup>3</sup> в смену и более) и для каждого конкретного случая может быть определена по формуле:

$$\Pi = \frac{(T - t_{п-з}) \cdot \varphi_1 \cdot V_{п} \cdot k}{2\left(\frac{2h}{v_{гр}} + \frac{l_1}{v_{тел}} + \frac{l_2}{v_{кр}}\right) + t_1 + t_2}, \quad (21.2)$$

где  $T$  – продолжительность смены, с;  $t_{п-з}$  – время на выполнение подготовительно-заключительных операций, с;  $\varphi_1$  – коэффициент использования рабочего времени;  $V_{п}$  – средний объем выгружаемой пачки, м<sup>3</sup>;  $k$  – коэффициент совмещения операций, например совмещение во времени передвижения грузовой тележки с передвижением крана и др.;  $h$  – высота подъема груза, м;  $l_1$  и  $l_2$  – соответственно средние расстояния перемещения грузовой тележки и крана, м;  $v_{гр}$ ,  $v_{тел}$ ,  $v_{кр}$  – соответственно скорости подъема груза, перемещения грузовой тележки и перемещения крана, м/с;  $t_1$  – время на захват груза, с;  $t_2$  – время на отцепку груза, с.

Значения  $v_{гр}$ ,  $v_{тел}$ ,  $v_{кр}$  берутся из технической характеристики крана, а величины  $h$ ,  $l_1$  и  $l_2$  определяются условиями работы крана. При использовании грейфера время  $t_1$  и  $t_2$  может быть приближенно определено как частное от деления величины раскрытия челюстей грейфера на скорость их смыкания, а при применении стропов время этих операций определяется по данным хронометражных наблюдений.

## 21.2. Грузозахватные устройства к кранам

Грузозахватные устройства служат для захвата пачки, удержания ее на весу и укладки. Конструкции устройств для захвата груза должны обеспечивать быстрый захват и освобождение пачки, полную механизацию труда при выполнении этих операций, надежный захват пачек различного объема и минимальную массу при условии сохранения необходимой прочности. В качестве грузозахватных устройств на выгрузке древесины применяются радиальные грейферы и стропные комплекты.

**Радиальный грейфер с гидроприводом** состоит из несущей рамы, к которой шарнирно присоединены челюсти; механизма размыкания и смыкания челюстей в виде гидроцилиндров; тяг, синхронизирующих закрытие и открытие челюстей; серьги для подвешивания грейфера к грузоподъемному крюку крана и тяг, соединяющих несущую раму грейфера с серьгой. Для лучшего проникания в штабель и зачерпывания пачки грейфер может быть снабжен вибратором, который представляет собой электродвигатель с неуравновешенным грузом на валу.

Грейфер работает следующим образом. Кран подается к лесовозному транспорту, установленному под разгрузку. Производится раскрытие челюстей и опускание грейфера на пачку так, чтобы центр тяжести пачки находился в зоне захвата ее грейфером. Затем челюсти смыкаются, пачка поднимается и перемещается краном к месту ее укладки в запас или в обработку.

Захват пачки из штабеля и подача ее в обработку производится аналогично. Причем, если древесина (хлысты) уложены в плотный штабель, внедрение челюстей в штабель зависит от веса грейфера, размеров стволов, расположения грейфера относительно их осей и некоторых других факторов. Лучшее внедрение челюстей в штабель достигается при использовании вибратора.

Иногда на кранах для захвата груза применяют стропные комплекты. **Стропный комплект**, используемый на выгрузке и штабелевке древесины состоит из двух строп, с кольцами на одном конце, а другим концом присоединенных к серьге грузоподъемного каната; втулок, свободно скользящих по стропам; коротких стропов с крюками на одном конце, а вторыми концами присоединенных к втулкам и оттяжек, одним концом прикрепленных к проушинам крючьев. Длина строп зависит от размеров пачек древесины и обычно равна 5 м. Для зацепки пачки она охватывается снизу свободными концами длинных строп и крючья коротких строп продеваются в кольца. При натяжении грузоподъемного каната образовавшиеся стропами петли затягивают и сжимают пачку. Затем пачка поднимается, переносится краном и укладывается в нужном месте. Выравнивание и разворот поднятой пачки производится строповщиками при помощи оттяжек. Этими же оттяжками они производят расцепку стропов после опускания пачки и их ослабления.

На производстве на выгрузке хлыстов находит применение на кранах съемный поворотный электрогидравлический грейфер ЛТ-185, грузоподъемностью 28 т и его модификации: ЛТ-185-1 для хлыстов, ЛТ-185-2 для сортиментов.

## Лекция 22

### Раскряжевка хлыстов на сортименты

#### 22.1. Методы раскряжевки хлыстов на сортименты

**Раскряжевкой** называется поперечная распиловка хлыстов на части (отрезки), удовлетворяющие требованиям ГОСТ на круглые лесоматериалы (сортименты). Это одна из важнейших технологических операций, выполняемых на нижних лесных складах. Наряду с раскряжевкой хлыстов на нижних лесных складах производится поперечная распиловка сортиментного долготья на сортименты заданных конечных длин которая называется **разделкой**. Разделке подлежат балансовое, рудстоечное долготье и др.

Согласно ГОСТ раскряжевка хлыстов на сортименты и разделка сортиментного долготья на коротье должны выполняться с необходимой точностью. Допуски длин отпиливаемых сортиментов не должны превышать +5 см при раскряжевке хлыстов и  $\pm 2$  см при разделке долготья на коротье.

При раскряжевке хлыстов и разделке сортиментного долготья могут применяться два способа: поштучный и групповой.

**При поштучном способе** каждый хлыст или сортимент подвергается поперечной распиловке в отдельности.

**При групповом способе** одновременно подвергаются поперечной распиловке несколько хлыстов или сортиментов и в результате каждого пропила получается несколько отрезков одинаковой длины. Этот способ более производительный, чем поштучный, но на раскряжевке хлыстов он применяется редко, так как снижается выход деловых сортиментов.

На производстве применяется в основном поштучный способ поперечной распиловки хлыстов и сортиментного долготья, при котором возможны индивидуальный, программный и обезличенный методы раскря, т.е. методы выбора мест пропилов. Причем эти методы раскря в основном относятся к раскряжевке хлыстов.

**При индивидуальном методе** раскря каждый хлыст последовательными резами распиливается на сортименты с учетом внешних и внутренних пороков, которые обнаруживаются в результате каждого пропила. При этом раскряжевщик одновременно учитывает требования ГОСТов, сортиментный план или спецификацию готовой продукции. Иногда этот метод называют еще рациональным, так как при его применении обеспечивается максимальный выход высококачественной деловой древесины. Однако при таком методе раскря невозможно достичь высокой производительности раскряжевочного оборудования.

**Программный метод раскря** – это метод раскря, при котором хлыст раскряжевывается на сортименты по программе, которую оператор сразу выбирает на весь хлыст на основании визуальной оценки геометри-

ческих размеров и внешних пороков хлыста. Скрытые пороки древесины при данном методе раскря не могут быть учтены. Пропилы могут производиться одновременно (чаще всего) или последовательно. Выход деловых сортиментов примерно такой же, как и при индивидуальном методе, но качество сортиментов может быть несколько ниже. При применении этого метода производительность раскряжевочного оборудования выше, чем при применении индивидуального метода.

**При обезличенном методе раскря** каждый хлыст раскряжевывается на отрезки постоянной длины независимо от геометрических размеров и пороков хлыста (качества сырья). Достоинством этого метода раскря является высокая производительность оборудования, а недостатком – более низкий выход деловой древесины и ее качество в сравнении с двумя предыдущими методами раскря. Поэтому его можно применять, когда снижение сортности полученных сортиментов компенсируется уменьшением затрат на раскряжку. Этот метод раскря обычно применяется при групповом способе поперечной распиловки древесного сырья.

Раскряжка хлыстов на сортименты может быть одноступенчатой и двухступенчатой. При одноступенчатой раскряжке хлыст распиливается в один прием сразу на сортименты заданных конечных длин, а при двухступенчатой раскряжке из хлыста выпиливается сначала сортиментное долготье, которое затем разделяется на отдельном потоке (производственном участке) на коротье (на сортименты заданных конечных длин). При двухступенчатой раскряжке хлыстов повышается производительность раскряжевочного оборудования на основном потоке. Но для раскряжки сортиментного долготья на коротье необходимо иметь дополнительный поток. Поэтому целесообразность одноступенчатой или двухступенчатой раскряжки должна определяться соответствующими технико-экономическими расчетами.

## **22.2. Оборудование для раскряжки хлыстов на сортименты и разделки сортиментного долготья**

При индивидуальном методе раскряжки хлыстов на сортименты и разделки сортиментного долготья на коротье могут применяться электро- и бензиномоторные цепные пилы и стационарные установки с продольным перемещением сырья в процессе обработки. При программном и обезличенном методах раскря применяются стационарные установки с программным управлением, продольным, поперечным и смешанным перемещением хлыста при обработке.

Стационарные раскряжевочные и разделочные установки могут быть механизированные с непосредственным или дистанционным управлением, полуавтоматические и (автоматизированные) автоматические. Автомати-



ческие раскряжевочные установки применяются при обезличенном методе раскря, и роль оператора сводится только к наблюдению за работой установки. Полуавтоматические установки применяются в основном при программном методе раскря и оператор для каждого хлыста (сортимента) выбирает свою программу раскря.

Установки с продольным перемещением хлыста в процессе раскряжевки могут быть одно- и двухпильными. Режущим инструментом в таких установках являются круглые пилы диаметром 1200...1500 мм. Эти установки периодического действия, т.е. с циклическим режимом работы, и обеспечивают поштучную раскряжевку хлыстов. Они сравнительно просты по конструкции, производительны и находят применение в Беларуси, РФ и других странах СНГ.

Установки с поперечным перемещением хлыста в процессе раскряжевки для поштучной раскряжевки более производительны, так как они многопильные (5...9 пил) и работают по программному и обезличенному методу раскря. Но они сложнее по конструкции в сравнении с установками с продольной подачей. В качестве режущего инструмента в таких установках также применяются круглые пилы диаметром 1000...1500 мм. По конструкции эти установки подразделяются на слешерные и триммерные. В слешерных установках пилы не управляемые, постоянно находятся в рабочем положении, расстояния между пилами постоянные. В триммерных установках пилы управляемые, находятся в нерабочем положении и включаются в работу по команде оператора. Установки с поперечной подачей находят ограниченное применение и перспективны на лесных складах с грузооборотом 300 тыс. м<sup>3</sup> и более.

Для раскряжевки хлыстов большого диаметра в стационарных установках в качестве режущего инструмента могут применяться цепные пильные механизмы, по конструкции аналогичные пильным механизмам, применяемым в переносных бензиномоторных и электромоторных пилах. Цепной пильный механизм в стационарных раскряжевочных установках приводится в действие от электродвигателя мощностью 7...10 кВт, что позволяет достичь производительности чистого пиления 200...250 см<sup>2</sup>/с при скорости резания 14...16 м/с. Цепной пильный механизм – консольного типа. Он легче двухпильного круглопильного механизма. Но его недостатком является малый срок службы пильных цепей.

Возможны комбинированные пильные механизмы состоящие из двух пил: круглой и цепной, расположенных в одной плоскости. Пиление производится в основном круглой пилой, а крупные хлысты раскряжевываются цепной пилой.

На раскряжевке хлыстов на сортименты получили применение в Беларуси и странах СНГ переносные цепные электромоторные пилы ЭПЧ-

ЗМ и стационарные установки ЛО-15А, ЛО-68 и МР-8, выпускаемые в РФ. Значительно реже на раскряжевке хлыстов применяются переносные бензиномоторные цепные пилы и установки ЛО-65 производства РФ и установка финской фирмы «Раума-Репола».

**Переносная цепная электромоторная пила ЭПЧ-ЗМ** по конструкции аналогична переносным цепным бензиномоторным пилам и состоит из следующих основных узлов: электродвигателя, редуктора, пильного аппарата, электровыключателя (помещен в рукоятке), отрезка кабеля с соединительной муфтой и рукояток.

*Электродвигатель* асинхронный, трехфазный, высокочастотный с короткозамкнутым ротором и двумя парами полюсов с частотой вращения ротора (синхронная)  $12000 \text{ мин}^{-1}$ . Питание двигателя переменным током частотой 400 Гц, напряжением 220 В. Мощность электродвигателя 3 кВт. Применение повышенной частоты тока позволило значительно уменьшить массу электродвигателя. Однако для питания электропил с двигателями повышенной частоты тока необходим преобразователь частоты тока. В РФ для питания электропил ЭПЧ-ЗМ выпускается преобразователь частоты тока ПЧ-20-М1, который преобразовывает трехфазный ток частотой 50 Гц в трехфазный ток частотой 400 Гц, и от него можно питать одновременно 5 электропил.

*Редуктор* – цилиндрический одноступенчатый, понижающий. На выходном валу редуктора насажена звездочка для привода пильной цепи и расположен эксцентрик привода масляного насоса для смазки пазов пильной шины.

*Пильный аппарат* – консольный, по конструкции аналогичен пильному аппарату бензиномоторных пил. Рабочая длина пильного аппарата 0,46 м. Смазка пильного аппарата в процессе работы непрерывная при помощи масляного насоса плунжерного типа, встроенного в редуктор электропилы. На раскряжевке хлыстов применяется обычная пильная цепь ПЦП-15М для поперечной распиловки.

*Электровыключатель* служит для включения и выключения электродвигателя пилы. Он представляет собой микровыключатель, установленный на правой рукоятке электропилы и включенный в цепь управления магнитного контактора, который расположен на преобразователе частоты тока. При нажатии на рычаг микровыключателя цепь управления замыкается и происходит смыкание контактов магнитного пускателя и включение электродвигателя пилы. Выключение электродвигателя пилы происходит автоматически при снятии руки моториста с рычага микровыключателя, так как при этом происходит разрыв цепи управления магнитным пускателем. Кроме того, на электропиле имеется тумблер для дополнительного фиксированного выключения цепи управления, когда пила не работает.

*Отрезок кабеля* служит для подключения электропилы к питающему кабелю, идущему от источника тока. И отрезок кабеля, и питающий кабель пятижильные: три жилы для питания током электродвигателя и две жилы для цепи управления.

*Рукоятки* на электропиле три, что позволяет уменьшить утомляемость рабочего при различных положениях в процессе работы. Правая рукоятка предназначена для управления пилой и электродвигателем, левая – для удержания электродвигателя в требуемом положении, а средняя используется как упор для ноги при пилении снизу и в «таран», а также для вытягивания пильного аппарата из пропилов при зажимах.

Общая масса электропилы 9,7 кг, производительность чистого пиления 90 см<sup>2</sup>/с.

**Полуавтоматическая раскряжевочная установка ЛО-15А** предназначена для работы в смешанных насаждениях со средним объемом хлыста до 0,6 м<sup>3</sup> и применяется на нижних лесных складах с широкой номенклатурой заготовливаемых сортиментов. Установка может поставляться с приставным многопильным блоком, предназначенным для раскряжевки вершинной части хлыстов и тонкомерного долготья на двухметровые отрезки, что позволяет повысить производительность установки при раскряжевке древесины со значительным содержанием тонкомерных хлыстов.

Установка ЛО-15А состоит из подающего транспортера, двухстрелового гидроманипулятора, пильного механизма, приемного стола с системой отмера длин и сбрасывателями отпиленных бревен, гидросистемы и скребкового транспортера для уборки отходов от пильного механизма.

*Подающий транспортер* – двухцепной, двухскоростной, длиной примерно в 1,3 раза превышающей наибольшую длину распиливаемых хлыстов (обычно 30 м) и состоит из тягового органа, натяжного и приводного устройств и основания. Цепи сборно-разборные, движутся синхронно и соединены между собой грузонесущими устройствами (траверсами). Натяжное устройство винтовое и предназначено для придания тяговому органу необходимого монтажного натяжения. Приводное устройство состоит из двухскоростного электродвигателя, редуктора, приводного туера и электромагнитного тормоза. Подача хлыста в обработку производится на основной скорости (1,8 м/с) с последующим переключением в конце подачи на замедленную скорость с целью уменьшения инерционных усилий и облегчения останова подающего транспортера электромагнитным тормозом в нужный момент. Для центрирования и прижима хлыста впереди подающего транспортера установлен специальный роликовый механизм, приводимый в действие гидроцилиндром.

Двухстреловой гидроманипулятор ЛО-13С состоит из двух одностреловых гидроманипуляторов, включающих стрелу, рукоять с клещевым

захватом на свободном конце, основание и гидросистему. Оба гидроманипулятора имеют одинаковую конструкцию, управляются оператором из кабины и предназначены для разбора пачки и поштучной подачи хлыстов на подающий транспортер установки. Гидросистема состоит из гидронасоса, трубопроводов, золотникового распределителя и гидроцилиндров и предназначена для привода в действие узлов гидроманипулятора.

*Пильный механизм* – маятникового типа, круглопильный, однопильный. Круглая пила диаметром 1500 мм приводится во вращение от электродвигателя и удерживается на пильном валу зажимными шайбами. Надвигание пилы на хлыст и подъем в исходное положение производится гидроцилиндром. Скорость надвигания пилы переменная, так как усилие подачи постоянное, благодаря чему скорость подачи самоустанавливается в зависимости от высоты пропила и твердости древесины. Подъем пилы осуществляется с большей скоростью, чем опускание. Для снятия и установки пилы на пильный вал пильный механизм снабжен кран-балкой.

*Приставной многопильный блок* к пильному механизму поставляется только, когда имеется заказ от предприятия. Приставной блок триммерного типа с тремя пилами диаметром по 800 мм, расположенными в один ряд под столом блока. Подача древесины на пилы производится качающимися V – образными рычагами, насаженными на вал. Все пилы блока установлены на общей раме и при монтаже могут устанавливаться на различных расстояниях друг от друга и от плоскости основной пилы, что позволяет осуществлять различные программы раскроя.

И основная пила и пилы блока управляются оператором из кабины и включаются в работу в соответствии с программой раскроя.

*Приемный стол* предназначен для размещения на нем отпиливаемой части хлыста основной пилой. На столе смонтированы система отмера длин выпиливаемых сортиментов и сбрасыватели отпиленных сортиментов на правую и левую сторону. Для отмера длин выпиливаемых сортиментов применена система с выдвижными упорами, снабженными механизмом погашения удара торца хлыста об упор.

Приемный стол состоит из десяти выдвижных упоров и упора для откомлевки хлыстов, двух составных валов с жестко посаженными на них правыми и левыми сбрасывателями, двух откидных бортов, механизма подъема упоров в рабочее положение, механизма гашения удара торца хлыста об упор и рамы, на которой смонтированы все узлы. Сбрасыватели рычажные, жестко соединены с откидными бортами и приводятся в действие двумя гидроцилиндрами. В конечной части приемного стола имеется пять окон под упоры для выпилки длинномерных сортиментов, а сбрасыватели и откидные борта отсутствуют.

Механизм гашения удара торца хлыста об упор выполнен в виде демпфера со стальной пружиной, установленного впереди упора. После остановки хлыста под действием демпфера и пружины торец хлыста и вся система управления упором возвращаются в исходное положение, благодаря чему обеспечивается точность длин выпиливаемых сортиментов. После этого подается команда на опускание упора и система готова к приему заказа длины следующего сортимента.

*Гидросистема* общая на пильный механизм и приемный стол и состоит из гидронасоса, трубопроводов, золотникового распределителя и гидроцилиндров.

*Скребковый транспортер* одноцепной и служит для удаления опилок и других мелких отходов от пильного механизма в бункер или контейнер для отходов.

Конструкция установки ЛО-15А такова, что возможен ее перемонтаж с правого на левое исполнение на месте установки.

Раскряжевочная установка ЛО-15А без приставного пильного блока работает следующим образом. Хлысты, находящиеся на приемной площадке 1 гидроманипулятором 2 поштучно (если тонкомерные, то по 2 – 3 шт.) укладываются на подающий транспортер 3, которым хлыст перемещается к пильному механизму 13 и производится оторцовка комля. Затем оператор заказывает длину сортимента и хлыст по приемному столу 8 перемещается подающим транспортером до выдвинутого упора 7. После этого подающий транспортер останавливается и происходит отпиливание сортимента пильным механизмом 13 и сортимент затем сбрасывается на продольный сортировочный транспортер 11. Далее оператор заказывает длину следующего сортимента и весь процесс повторяется, и так до тех пор, пока весь хлыст не будет раскряжеван на сортименты. После раскряжевки очередного хлыста оператор манипулятором укладывает следующий хлыст на подающий транспортер и весь процесс повторяется.

Раскряжевочная установка ЛО-15А с приставным пильным блоком работает аналогичным образом. Но основным пильным механизмом раскряжевывается комлевая часть хлыста, а вершинная часть через приемный стол подается на приставной пильный блок и в один прием распиливается на сортименты, которые затем поступают на сортировочный транспортер. Установка обслуживается двумя операторами. Ее производительность зависит от среднего объема раскряжевываемых хлыстов и длин выпиливаемых сортиментов и составляет в среднем 140...200 м<sup>3</sup> в смену.

Техническая характеристика раскряжевочной установки ЛО-15А  
Наибольший диаметр хлыста, проходящий под 0,9

пилой, м	
Наибольшая высота пропила, м	0,6
Количество размерных групп выпиленных сортиментов, шт., не менее	14
Дискретность отмеряемых длин выпиленных сортиментов	1,6; 2,0; 2,4; 2,54; 2,75; 3,0; 3,2; 4,0; 4,5; 4,5; 5,0; 5,5; 6,0; 6,5
Количество, шт., не менее:	
выдвижных упоров приемного стола	6
мест под установку выдвижных упоров	10
Скорость движения тягового органа подающего транспортера, м/с:	
основная	1,8
замедленная	0,9
Максимальный грузовой момент гидроманипулятора, кНм	110
Максимальный вылет стрелы гидроманипулятора, м	5,0
Установленная мощность электродвигателей, кВт	77,0
Численность обслуживающего персонала, чел	2
Конструктивная масса, т, не более	25

**Раскряжевочная установка ЛО-68** предназначена для раскряжевки крупномерных хлыстов (объемом более 0,5 м<sup>3</sup>); по конструкции аналогична установке ЛО-15А. Отличительной особенностью является то, что пильный механизм штангово-маятниковый, имеет два пильных диска диаметром по 1,5 м, каждый из которых приводится во вращение отдельным электродвигателем. Расчетная производительность установки составляет 30 – 40 м<sup>3</sup>/ч.

**Раскряжевочная установка МР-8** – триммерного типа с пилением неподвижного хлыста. Пильный механизм имеет девять круглых пил диаметром по 1,5 и 1,25 м, каждая из которых приводится во вращение отдельным электродвигателем мощностью 13 или 10 кВт. Установка снабжена ориентирующим транспортером для выравнивания хлыста по комлю. Сбрасыватели бревен срабатывают все одновременно. Хлыст при пилении удерживается в раскряжевочном лотке зажимами. Расчетная производительность установки составляет 40 – 50 м<sup>3</sup>/ч.

Для разделки сортиментного долготья диаметром до 35 см на коротье (балансового, рудстоечного и другого долготья) предназначена полуавтоматическая установка АЦ-1.

**Установка АЦ-1** состоит из следующих основных узлов: подающего транспортера, пильного механизма, приемного транспортера с системой отмера длин и бревносбрасывателями, гидросистемы и пульта управления.

*Подающий транспортер* одноцепной, с грузонесущими траверсами, имеет металлическую раму. В головной части транспортера установлены три подающих конических ролика и сбрасыватель остатков древесины длиной менее 0,5 м. Скорость движения тягового органа транспортера 0,9 м/с.

*Пильный механизм* выполнен в виде балансирной пилы с пильным диском диаметром 1 – 1,25 м, надвигаемый на распиливаемый сортимент сверху вниз, приводится во вращение двигателем мощностью 10 кВт, установленным на качающейся раме пилы. Пильный механизм снабжен двумя рычагами для прижима распиливаемого бревна. Подъем и опускание пилы и прижимных рычагов осуществляется гидроцилиндрами.

*Приемный транспортер* представляет собой рольганг с коническими ребристыми роликами, которые приводятся во вращение цепной передачей. На нем установлено устройство для отмера длин отпиливаемых отрезков в виде двух валов со съемными упорами, что позволяет настраивать систему на выпилку отрезков различных длин. Валы расположены один за другим вдоль транспортера под роликами. Благодаря этому можно выпиливать отрезки длиной от 0,5 до 3,0 м. Сброска отпиленных отрезков с транспортера производится рычажными сбрасывателями, расположенными между роликами транспортера на общем валу, который поворачивается гидроцилиндром.

*Гидросистема* имеет такое же назначение и устройство, что и в раскряжевочной установке ЛО-15А.

*Пульт управления* выполнен в виде металлической тумбы, на верхней панели которой размещены кнопки управления двигателями и ручной корректировкой работы установки. По бокам пульта расположены рукоятки для установки упоров в рабочее положение.

Установка комплектуется шкафом управления, обслуживается 1 – 2 рабочими. Расчетная производительность установки 8...12 м<sup>3</sup>/ч.

#### **12.4. Расчет производительности раскряжевочных установок**

Методы расчета производительности раскряжевочных установок различны в зависимости от их характера работы.

Производительность однопильных автоматизированных раскряжевочных установок с продольным перемещением хлыста и циклическим режимом работы может быть определена по формуле

$$\Pi = \frac{(T - t_{п-3}) \cdot \varphi_1 \cdot V_{хл}}{\frac{C_{хл}}{v_{тр}} + \frac{L_{хл} - l_0 \cdot n_1}{v_{зам}} + \frac{l_0 \cdot n_1}{v_{зам}} + (t_{пр} + \frac{L_1 - d_{ср}}{u_0} + \frac{\pi \cdot d_{ср}^2}{4 \cdot \Pi_{пил} \cdot \varphi_2} + \frac{L_1}{u_x} + t_{сб} + t_k + t_{ав}) \cdot \frac{1}{(\frac{L_{хл} - l_{ост}}{l_{ср}} + m)}}, \quad (12.1)$$

где  $T$  – продолжительность смены, с;  $t_{п-3}$  – время на выполнение подготовительно – заключительных операций, с;  $\varphi_1$  – коэффициент использования рабочего времени;  $C_{хл}$  – разрыв между торцами двух смежных хлыстов, поступающих в раскряжевку, м;  $v_{тр}$  – основная скорость подачи хлыста в раскряжевку, м/с;  $L_{хл}$  – средняя длина раскряжевываемых хлыстов, м;  $l_0$  – путь проходимый хлыстом на замедленной скорости перед каждым пропилом, м;  $n_1$  – число переходов на замедленную скорость при раскряжке хлыста: при оторцовке комля  $n_1 = n_{проп} - 1$ ; без оторцовки комля хлыста  $n_1 = n_{проп}$  (здесь  $n_{проп}$  – число пропилов на раскряжевку хлыста);  $v_{зам}$  – замедленная скорость подачи хлыста в раскряжевку, м/с;  $t_{пр}$  – время на одно срабатывание прижимов (опускание и подъем), с: если оно совпадает с подъемом и опусканием пилы,  $t_{пр} = 0$ , а если не совпадает –  $t_{пр} = 2с$ ;  $L_1$  – ход пилы, м: для ЛО-15А  $L = 1$  м;  $d_{ср}$  – средний срединный диаметр распиливаемых хлыстов, м;  $u_0$  – скорость подачи пилы на хлыст до момента соприкосновения с хлыстом и после выхода из пропила, м/с;  $\Pi_{пил}$  – производительность чистого пиления пильного механизма, м<sup>2</sup>/с: для круглых пил в среднем  $\Pi_{пил} = 0,06$  м<sup>2</sup>/с;  $\varphi_2$  – коэффициент использования производительности чистого пиления:  $\varphi_2 = 0,85$ ;  $u_x$  – скорость возвращения пилы в исходное положение, м/с;  $t_{сб}$  – время на сброску отпиленного сортимента и возвращение сбрасывателя в исходное положение, с:  $t_{сб} = 1,5$  с;  $t_k$  – время на подачу команды оператором, с: в среднем  $t_k = 1$  с; если же оператор подает команду при двигающемся транспортере,  $t_k = 0$ ;  $t_{ав}$  – время на срабатывание воспринимающих, передающих и исполнительных элементов системы автоматического управления, с: для электрической системы управления в среднем  $t_{ав} = 0,5$  с;  $l_{ост}$  – средняя длина отрезка при оторцовке и остатка в вершине хлыста, м:  $l_{ост} = 8$  м;  $l_{ср}$  – средняя длина выпиливаемых сортиментов, м;  $m$  – постоянное число: при раскряжке хлыстов  $m = 1$ ; при разделке долготья на коротье с оторцовкой с двух сторон  $m = 1$ ; при оторцовке с одной стороны  $m = -1$ .

Из формулы (12.1) видно, что основными факторами, влияющими на производительность автоматизированной раскряжевочной уста-



новки с продольным перемещением хлыста и циклическим режимом работы, являются средний объем хлыста, средняя длина выпиливаемых сортиментов, скорость подающего транспортера. Так, при увеличении среднего объема раскряжеваемых хлыстов производительность установки возрастает при прочих равных условиях, так как время на раскряжевку более крупных хлыстов возрастает незначительно (менее интенсивно) в сравнении с увеличением объема раскряжеванной древесины за это время, т. е. объем раскряжеванной древесины увеличивается значительно интенсивнее, и наоборот.

При увеличении средней длины выпиливаемых сортиментов производительность раскряжевочной установки возрастает при прочих равных условиях, так как сокращается время на раскряжевку хлыста в связи с тем, что уменьшается количество пропилов (резов), необходимых на раскряжевку хлыста.

При увеличении скорости подающего транспортера производительность раскряжевочной установки тоже возрастает, так как сокращается время на продольное перемещение хлыста в процессе раскряжевки.

На производительность раскряжевочных установок оказывает влияние также производительность чистого пиления пильного механизма, при увеличении которой несколько возрастает и производительность установки.

Производительность раскряжевочных установок с поперечным перемещением (подачей) хлыста определяется по следующим формулам:

а) при раскряжевке движущегося хлыста (непрерывная подача):

$$P_{\text{ч}} = \frac{3600\varphi_1\varphi_2uV_{\text{хл}}}{l_{\text{кр}}}; \quad (12.2)$$

б) при раскряжевке неподвижного хлыста:

$$P_{\text{ч}} = \frac{3600\varphi_1V_{\text{хл}}}{T_{\text{ц}}}, \quad (12.3)$$

где  $\varphi_1$  – коэффициент использования рабочего времени;  $\varphi_2$  – коэффициент загрузки крючьев поперечного подающего транспортера;  $u$  – скорость движения подающих цепей поперечного транспортера, м/с;  $V_{\text{хл}}$  – средний объем раскряжеваемых хлыстов, м<sup>3</sup>;  $l_{\text{кр}}$  – расстояние между крючьями на подающих цепях поперечного транспортера, м;  $T_{\text{ц}}$  – продолжительность цикла раскряжевки хлыста, с.

## Лекция 23

### Сортировка круглых лесоматериалов

#### 23.1. Виды и способы сортировки лесоматериалов.

##### Дробность сортировки

**Сортировкой лесоматериалов** называется процесс перемещения полученных лесоматериалов (сортиментов) от места раскряжевки хлыстов к местам укладки в штабеля и сброски их в лесонакопители.

Сортировка круглых лесоматериалов на нижних лесных складах необходима для разделения полученных при раскряжевке сортиментов по назначению (на пиловочные бревна, балансы и т.д.), качеству, размерам, а иногда и породам, которые принято называть сортировочными категориями. Количество сортировочных категорий характеризует дробность сортировки сортиментов. На нижних лесных складах дробность сортировки лесоматериалов высокая и может включать 8...12 сортировочных категорий.

Технология сортировки включает следующие операции: подачу сортиментов на транспортное средство, перемещение их от места раскряжевки к местам штабелевки и сброску в лесонакопители. Подача сортиментов на транспортное средство и сброска с него в лесонакопители может производиться вручную и механизированным способом при помощи бревносбрасывателей. Подача и сброска лесоматериалов вручную – трудоемкая, физически тяжелая и небезопасная для рабочего операция и должна применяться как можно реже.

Для механизации сортировки круглых лесоматериалов выпускаются специальные продольные и поперечные лесотранспортеры (конвейеры) и бревносбрасыватели. При сортировке продольными лесотранспортерами сортименты перемещаются в направлении их продольной оси, а при сортировке поперечными лесотранспортерами – в направлении, перпендикулярном их продольной оси. Применяется в основном сортировка лесоматериалов продольными лесотранспортерами.

Возможны следующие виды сортировки сортиментов: полная (по размерным и качественным признакам); сортировка по размерным признакам и сортировка по схемам раскроя. Сортировка по размерным и качественным признакам позволяет рассортировать лесоматериалы на большое число сортировочных категорий, т. е. можно достичь любой дробности сортировки. Однако она весьма трудоемка и применяется лишь в случае производственной необходимости.

При сортировке лесоматериалов по размерным признакам процесс сортировки значительно упрощается, но и уменьшается возмож-

ное количество сортировочных категорий. В связи с уменьшением номенклатуры заготавливаемых сортиментов этот вид сортировки находит широкое применение.

Сортировка по схемам раскроя применяется редко и в основном при разделке сортиментного долготья на коротье на автоматизированных установках слешерного и триммерного типа.

Возможны два способа сортировки лесоматериалов транспортерами: механизированный и автоматизированный. При механизированном способе сортировки механизирована только перемещение лесоматериалов от места раскрывки хлыстов на сортименты к месту их укладки в штабеля. Подача и сброска лесоматериалов с транспортера производится вручную и на выполнение этих операций требуются рабочие. При автоматизированной сортировке лесоматериалов устраняется ручной труд и повышается производительность лесотранспортера.

Продольные лесотранспортеры применяют в основном для транспортировки круглых лесоматериалов и иногда пиломатериалов, а поперечные – как правило на сортировке пиломатериалов и в основном досок. Поперечные транспортеры на сортировке круглых лесоматериалов применяют значительно реже, чем продольные, хотя они имеют ряд преимуществ в сравнении с продольными: возможна автоматизация сортировки, высокая производительность на сортировке длинных лесоматериалов, короче фронт сортировки при одинаковой дробности сортировки.

Продольные лесотранспортеры применяются также для доставки круглых лесоматериалов из штабелей запаса в цеха переработки древесины и транспортировки готовой продукции из цехов. Для транспортировки готовой продукции и отходов (опилок, стружки, кусковых отходов) широко применяются ленточные и скребковые транспортеры.

### **23.2. Оборудование для сортировки круглых лесоматериалов и его характеристика**

На сортировке круглых лесоматериалов широкое применение получили продольные цепные лесотранспортеры. Они относятся к машинам непрерывного транспорта, имеющим замкнутое тяговое устройство, приводящееся в движение от ведущего колеса (звездочки или шкива).

Продольный сортировочный лесотранспортер состоит из тягового органа, приводного и натяжного устройств, эстакады с лесонакопителями. Для автоматизации процесса сортировки продольные лесотранспортеры оборудуются бревносбрасывателями и командными ап-

паратами, обеспечивающими автоматическое управление работой бревнобрасывателей.

*Тяговый орган* представляет собой цепь, реже стальной канат с закрепленными на них грузонесущими поперечинами, называемыми траверсами. Применяют длиннозвенные калиброванные сварные цепи из круглой стали и тяговые разборные цепи. Пластинчатые цепи применяют обычно на поперечных транспортерах.

Достоинствами цепей являются гибкость, удобство крепления траверс, возможность передавать значительные тяговые усилия. Но они имеют и недостатки. Так, звенья цепи из круглой стали быстро изнашиваются в местах их соприкосновения и как следствие, увеличивается шаг цепи, что вызывает неравномерность движения цепи, которая нежелательна при автоматизированной сортировке.

Тяговые разборные цепи не имеют отмеченных выше недостатков. Они состоят из внутренних и наружных звеньев, шарнирно соединенных валиками с удлиненными головками. Формы головок валиков и продольные прорезы на наружных звеньях обеспечивают быструю сборку и разборку цепи. Разборные цепи прочнее, легче и надежнее в эксплуатации, чем длиннозвенные сварные цепи из круглой стали и они находят широкое применение, включая и лесотранспортеры с автоматизированной сортировкой.

Наряду с цепями в продольных лесотранспортерах находят применение в качестве тягового органа стальные прядевые канаты с органическим сердечником.

Стальной канат значительно легче цепей, но сильно вытягивается, что проявляется в виде остаточных и упругих деформаций. Поэтому для устранения этих деформаций необходимо делать предварительную вытяжку каната до монтажа тягового органа.

*Траверсы* служат для размещения на них транспортируемых лесоматериалов и выполняются из стали. Они крепятся на цепи или канате на равных расстояниях друг от друга так, чтобы самое короткое бревно располагалось не менее чем на двух траверсах. Конструкция траверс должна быть такой, чтобы сортименты на них надежно фиксировались, были ориентированы относительно продольной оси транспортера, создавали, возможно, меньшее сопротивление движению и обеспечивали удобство сброски лесоматериалов. У сортировочных лесотранспортеров траверсы гладкие (при ручной сброске) или имеют седлообразное ребро, обеспечивающее ориентацию лесоматериалов по оси транспортера. Для лесотранспортеров, расположенных наклонно применяют траверсы с шипами. Скользящие траверсы перемещаются

по гладким направляющим, а для перемещения траверс на катках применяют рельсы легких типов.

*Приводное устройство* предназначено для привода в движение тягового органа транспортера и состоит из электродвигателя, редуктора и ведущей звездочки (для цепей) или канатоведущего шкива. Приводное устройство устанавливается в конце грузовой ветви лесотранспортера, что обеспечивает уменьшение сопротивления тягового органа. Конструкция ведущей звездочки зависит от типа цепи. Предпочтительны звездочки со вставными зубьями, что позволяет быстро заменять износившиеся или поломанные зубья. Число зубьев звездочки от шести до восьми.

В канатных лесотранспортерах применяют канатоведущие шкивы с зажимными кулачками и с резиновой футеровкой. Зажим каната кулачками обеспечивает хорошее сцепление его со шкивом и можно передавать значительные тяговые усилия при малом угле обхвата шкива. Но при этом поперечное сжатие каната кулачками становится очень большим, происходит деформация его прядей. По этой причине, а также из-за пробуксовки каната между кулачками при превышении сопротивления движению тягового устройства расчетного значения канат быстро изнашивается. Поэтому предпочтительнее использование шкивов с резиновой футеровкой, накладываемой на желобчатый обод шкива. Резиновую футеровку обычно изготавливают из протектора изношенных покрышек грузовых автомобилей и крепят на обод накладками.

*Натяжное устройство* предназначено для придания тяговому органу монтажного (предварительного) натяжения, которое необходимо для плавного хода тягового органа, создания необходимой силы трения между тяговым органом и ведущим шкивом в канатных лесотранспортерах и устранения слишком большого провисания тягового органа между опорами. Натяжные устройства могут быть винтовыми и грузовыми. Монтажное натяжение тягового органа достигается путем увеличения межосевого расстояния между ведущей и направляющей (ведомой) звездочками (шкивами). В лесотранспортерах с цепным тяговым органом применяют винтовые натяжные устройства, а с канатным тяговым устройством – грузовые.

*Эстакады* лесотранспортеров могут быть на железобетонных опорах, на деревянных стойках с железобетонным фундаментным основанием. Расстояние между опорами примерно 6 м. Эстакада с одной стороны имеет консоли, на которых делается настил для прохода рабочих, а со стороны сброски сортиментов располагаются лесонакопители. Высота эстакады сортировочных лесотранспортеров обычно

1,8...2,2 м. Перспективными считаются эстакады, смонтированные на блочных безфундаментных секциях заводского изготовления, так как возможно их заводское изготовление, что позволяет значительно снизить капитальные затраты на строительство эстакады и сократить сроки строительства. Секции заводского изготовления устанавливаются на деревянные или бетонные брусья, уложенные на слой дренирующего грунта, и соединяются между собой болтами.

*Лесонакопители* представляют собой емкости, в которые сбрасываются с транспортера рассортированные бревна. Они располагаются вдоль одной или обеих сторон. При расположении лесонакопителей с двух сторон требуется почти вдвое меньшая длина сортировочного лесотранспортера. Однако в этом случае необходимы бревнобрасыватели, позволяющие производить сброску бревен на обе стороны транспортера. Вместимость лесонакопителей должна соответствовать грузоподъемности штабелевочно-погрузочного оборудования. Конструкция лесонакопителей должна быть такой, чтобы их полная загрузка была возможна без применения ручного труда на исправление перекосов бревен, выравнивание их торцов и поперечную перекатку. Разброс торцов и перекосы бревен в лесонакопителях происходят в основном из-за того, что при скатывании бревна по покатам комлевой его конец забегает вперед. По мере загрузки лесонакопителя и уменьшения расстояния прокатки бревен по покатам разброс их торцов и перекосы уменьшаются. Для выравнивания торцов бревен довольно часто у лесонакопителей с неподвижными стойками по бокам в верхней части устанавливают по две наклонные стенки. Тогда бревна при скатывании по покатам скользят своими забежавшими концами по наклонной стенке. В результате происходит продольное смещение бревен с выравниванием торцов.

Последовательность расположения лесонакопителей вдоль сортировочного транспортера должна быть согласована с размещением на складе цехов переработки древесины и процентным соотношением поступающих на транспортер сортиментов. Как правило, лесопильный и шпалорезный цеха размещают в конце лесотранспортера. Поэтому и лесонакопители для пиловочных бревен и шпальных кряжей должны располагаться также в конце лесотранспортера. В средней части лесотранспортера целесообразно располагать лесонакопители для наиболее часто встречающихся сортиментов.

*Бревнобрасыватели* применяют при автоматизированной сброске бревен. Для этого их располагают вдоль лесотранспортера напротив лесонакопителей. Конструкция бревнобрасывателей должна отвечать следующим основным требованиям:

- обеспечивать высокую точность сброски бревен, определяемую величиной разброса их торцов в лесонакопителе;
- обеспечивать сброску бревен, различных по диаметру и длине с минимальным усилием сброски и без резких динамических нагрузок на сбрасыватель;
- быть удобными в монтаже просты по конструкции и надежны в работе независимо от сезона года.

Бревносбрасыватели подразделяются на две основные группы по роду привода их в действие: гравитационные и с принудительным сбрасыванием бревна с транспортера.

Гравитационная сброска бревен возможна при условиях, позволяющих бревну скатиться с лесотранспортера в поперечном направлении. Это достигается или опрокидыванием тех опор, на которых лежит бревно, или опусканием той секции направляющих, на которой в момент сброски находятся опоры, несущие сбрасываемое бревно.

*Гравитационные бревносбрасыватели* находят широкое применение, так как не требуется привод (для сброски используется потенциальная энергии бревна); короткое время сброски, благодаря чему уменьшается разброс торцов бревен; можно подавать бревна на транспортер с минимальными разрывами между торцами и повышается производительность транспортера; плавная безударная сброска бревен.

*Бревносбрасыватели с принудительным сбрасыванием бревна* в зависимости от характера движения сталкивающихся рычагов могут быть с принудительно-возвратным и круговым движением рычагов. На нижних складах ЛЗП находят применение в основном рычажные бревносбрасыватели с приводом рычагов от сбрасывающего бревна и сегментные бревносбрасыватели с приводом смешанного типа.

Рычажные бревносбрасыватели с приводом рычагов от сбрасываемого бревна (ЛТ-166) обеспечивают сброску бревен диаметром 0,1...0,8 м и длиной 2,7...13 м с межторцевыми разрывами не менее 1 м.

Сегментные бревносбрасыватели марки ЛР-142 могут сбрасывать бревна диаметром 0,12...0,8 м и длиной 3...10 м при межторцевых разрывах 0,1 м. Такой бревносбрасыватель приводится в действие сначала электродвигателем, а когда сегментные рычаги прикоснутся к бревну так, что заостренные ребра врежутся в его боковую поверхность, дальнейшее вращение сегментных рычагов происходит в основном за счет кинетической энергии движущегося бревна, которое, продолжая двигаться поступательно, одновременно перемещается рычагами в поперечном направлении и сбрасывается в лесонакопитель.

Электродвигатель выключается электровыключателем после завершения полного оборота рычагов и происходит затормаживание электродвигателя.

*Система управления работой бревносбрасывателей.* При сортировке по размерным признакам длина и диаметр сортируемых лесоматериалов определяются датчиками длины и датчиками диаметра автоматически путем замера проходящих мимо их бревен. Для чего датчики устанавливаются у лесонакопителей и при совпадении результатов замера с размерами бревен, сбрасываемых в данный лесонакопитель, автоматически подается команда на сброску без участия оператора.

При полной сортировке требуется определение качественных признаков бревен (породы и качества древесины). Но таких технических средств для автоматического определения качественных признаков нет и их определяет оператор на основе глазомерной оценки бревна и дает заказ на сброску в соответствующий лесонакопитель. Контроль за перемещаемыми транспортером бревнами и выдача команды на сброску выполняется следящей системой и в этом случае сортировка лесоматериалов является полуавтоматической.

При полной сортировке бревен широкое применение получили *счетные системы управления работой бревносбрасывателей.* Особенностью этих систем является то, что для каждого лесонакопителя (1Н – 5Н) в системе имеется отдельное устройство запоминания (1УЗ – 5УЗ) адресов бревен (1Б – 3Б). Оператор с пульта управления (ПУ) вводит в УЗ адреса бревен. При этом в УЗ, номер которого соответствует адресу, записывается условная единица, что означает «сбросить бревно», а во всех УЗ меньших номеров записывается нуль, что означает «пропустить бревно». Бревна, перемещаемые транспортером, воздействуют на датчики, установленные у каждого лесонакопителя, и таким образом происходит сброс тех ячеек, в которые занесена оператором информация о данном бревне. Если в ячейках записана, УЗ выдает исполнительную команду на сброску бревна, а если нуль – бревно пропускается дальше. Поскольку число ячеек в УЗ ограничено, для непрерывной записи информации регистр запоминания выполнен круговым. Благодаря этому после записи информации в последнюю ячейку, она опять записывается в первую. По такому принципу работает командный аппарат УУС-67А.

В настоящее время на сортировке круглых лесоматериалов применяются продольные лесотранспортеры Б-22У-1А, ЛТ-44, ЛТ-86Б, ЛТ-182 и другие, выпускаемые в РФ.

**Транспортеры Б-22У-1А и ЛТ-44** – цепные, имеют длину секции соответственно 120 и 130 м. Б-22У-1А выпускается с цепью из



круглой стали и предназначен для сортировки круглых лесоматериалов диаметром до 0,9 м и длиной от 2,7 м до 10 м. Скорость движения тягового органа 0,6 м/с или 0,8 м/с, мощность приводного электродвигателя 18,5 кВт.

В ЛТ-44 применяется тяговая разборная цепь и им можно сортировать круглые лесоматериалы диаметром до 1 м и длиной 2...10 м. Скорость движения тягового органа 0,7 или 0,8 м/с, что зависит от конструкции привода. Мощность приводного электродвигателя 18,5 кВт.

Для механизации сброски бревен с этих транспортеров выпускаются бревнобрасыватели ЛТ-166 и ТС-78. Их применение позволяет автоматизировать сортировку лесоматериалов.

**ЛТ-166** выпускаются комплектами из 8 бревнобрасывателей в каждом и могут сбрасывать бревна диаметром от 12 до 60 см и длиной от 3 до 6,5 м. Для нормальной работы бревнобрасывателей расстояние между торцами смежных бревен должно быть не менее 1 м. Привод включения бревнобрасывателей на сброску бревна электромагнитный, а управление их работой – дистанционное.

**ТС-78** – бревнобрасыватель с электромеханическим приводом и предназначен для сброски бревен с транспортера диаметром от 6 до 60 см и длиной 1,6...6,5 м. Мощность электродвигателя для привода в действие одного бревнобрасывателя 4 кВт. В комплект входят 16 бревнобрасывателей.

**Транспортер ЛТ-86Б** – автоматизированный с гравитационными бревнобрасывателями односторонней сброски и системой ЛВ-187 для управления работой бревнобрасывателей с записью на тяговой цепи под сортиментом магнитной метки и считыванием ее датчиками, расположенными на эстакаде у каждого лесонакопителя. Длина секции транспортера 130 м, цепь – тяговая разборная. Скорость движения тягового органа 0,8 м/с. Мощность электродвигателя привода транспортера 37 кВт. Транспортер предназначен для сортировки бревен диаметром до 1 м и длиной 1,6...6,5 м. Минимально-допустимый разрыв между торцами смежных бревен не менее 0,2 м.

**Транспортер ЛТ-182** – автоматизированный, цепной с гравитационными брасывателями двухсторонней сброски, и предназначен для сортировки круглых лесоматериалов на нижних складах с годовым грузооборотом 200 тыс.м<sup>3</sup> и более. Диаметр сортируемых бревен 6...60 см, длина – 3,2...6,5 м. Скорость движения тягового органа транспортера 1,2 м/с, мощность электродвигателя для привода транспортера 31 кВт. Длина секции транспортера не менее 75 м.

При небольших объемах раскряжевки (70...90 м<sup>3</sup>/см) и ограниченном числе сорторазмеров (до 5) возможна сортировка бревен стреловыми гидроманипуляторами.

### 23.3. Расчет длины и производительности продольного лесотранспортера

Длина транспортера  $L$  по условию размещения вдоль него необходимого количества леонакопителей равна

$$L = l_{\text{пр}} + \sum_1^m l_{\text{н}} + \sum_1^{m-1} l_0 + l_{\text{к}}, \quad (23.1)$$

где  $l_{\text{пр}}$  – длина приемной части транспортера, м;  $l_{\text{н}}$  – средняя длина одного лесонакопителя, м;  $m$  – число лесонакопителей;  $l_0$  – средняя длина разрывов между лесонакопителями, м;  $l_{\text{к}}$  – свободный участок в конце транспортера, м.

По условию нормальной загрузки приводного электродвигателя длина одной секции горизонтального лесотранспортера определяется по формуле

$$L_{\text{с}} = \left[ (0,46\eta N_{\text{д}} / v_{\text{тр}}) - 0,48\mu n G_{\text{б}} - 0,1F_{\text{м}} \right] / \eta q_{\text{т}}, \quad (23.2)$$

где  $N_{\text{д}}$  – мощность приводного двигателя транспортера;  $\eta$  – КПД привода;  $v_{\text{тр}}$  – скорость движения тягового органа, м/с;  $\mu$  – коэффициент сопротивления движению траверс по направляющим: при скольжении  $\mu = 0,2 \dots 0,25$ ;  $n$  – число бревен, одновременно перемещаемых транспортером;  $G_{\text{б}}$  – вес среднего бревна;  $F_{\text{м}}$  – монтажное натяжение тягового органа;  $q_{\text{т}}$  – вес одной траверсы.

**Производительность продольного лесотранспортера** сравнительно высокая, так как он является механизмом непрерывного действия, и может быть определена по формуле

$$\Pi_{\text{ч}} = \frac{3600\varphi_1\varphi_2 v_{\text{тр}} V_{\text{бр}}}{l_{\text{бр}}}, \quad (23.3)$$

где  $\varphi_1$  – коэффициент использования рабочего времени:  $\varphi_1 = 0,8 \dots 0,9$ ;  $\varphi_2$  – коэффициент загрузки тягового органа транспортера: для рычажных бревносбрасывателей  $\varphi_2 = 0,8 \dots 0,85$ ; для гравитационных бревносбрасывателей  $\varphi_2 = 0,85 \dots 0,9$ ;  $v_{\text{тр}}$  – скорость движения тягового органа транспортера, м/с;  $V_{\text{бр}}$  – объем среднего из сортируемых бревен, м<sup>3</sup>;  $l_{\text{бр}}$  – длина среднего из сортируемых бревен, м;

Из формулы (23.3) видно, что основными факторами, влияющими на производительность транспортера является  $v_{\text{тр}}$  и  $V_{\text{бр}}$ , с увеличением которых производительность транспортера возрастает.

При заданной производительности и известных  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$ ,  $v_{\text{тр}}$ ,  $V_{\text{бр}}$  и  $l_{\text{бр}}$  из формулы (23.3) можно определить необходимую скорость движения тягового органа транспортера.

## Лекция 24

### Окорка круглых лесоматериалов, раскалывание древесины

#### 24.1. Виды и способы окорки

На лесных складах ЛЗП могут подвергаться окорке следующие лесоматериалы: бревна пиловочные, шпальные кряжи, столбы линий передач, балансы, рудстойка, а также низкокачественная древесина и кусковые отходы, перерабатываемые на технологическую щепу, шпалы, выпиленные из неокоренных кряжей. Лесоматериалы, отправленные ЛЗП в неокоренном виде, как правило, окоряются потребителями. Лесоматериалы, заготовленные ЛЗП в лесах, загрязненных радионуклидами, должны окоряться непосредственно на лесосеках лесозаготовителями.

**Окорка** – это процесс удаления с поверхности лесоматериалов коры и луба (камбиального слоя). В зависимости от назначения лесоматериалов они могут подвергаться чистой и грубой окорке. При чистой окорке с поверхности древесины удаляются кора и луб. Чистой окорке подвергаются пиловочные бревна, шпальный кряж и шпалы, столбы линий связи и электропередач, балансы, поставляемые на экспорт. Чисто окоренные лесоматериалы хорошо пропитываются антисептиками, что очень важно. Так как между камбием и древесиной нет ясно выраженной границы, при чистой окорке происходит и частичное снятие поверхностного слоя древесины.

При грубой окорке удаляется только корковая часть, а лубяной слой частично или полностью оставляется. Грубой окорке подвергаются рудстойка, лесоматериалы, подлежащие сплаву (последние окориваются путем снятия коры несколькими полосами, т.е. пролыской).

На процесс окорки существенно влияют толщина коры и ее сцепление с древесиной. Толщина коры зависит от породы древесины и диаметра бревна, а сцепление коры с древесиной – от влажности древесины и температуры окружающего воздуха. Сцепление коры с древесиной резко уменьшается при увеличении влажности древесины и при заготовке сортиментов в вегетационный период. Сцепление коры с древесиной резко возрастает с понижением температуры окружающего воздуха и, особенно при минусовых температурах. Все эти особенности следует учитывать при выборе способов окорки.

Окорка древесины может быть поштучной и групповой. Поштучная окорка лесоматериалов возможна следующими способами: специальным окорочным инструментом, струей жидкости, струей газа с твердым наполнителем, воздействующими на поверхность лесомате-

риалов, нагревом камбиального слоя токами высокой частоты и другими способами; электрогидравлическим ударом. Наиболее отработаны и получили широкое применение способы окорки путем воздействия на поверхность лесоматериалов специальным окорочным инструментом: скребками, ножами, ножевыми фрезами. Хорошо отработана окорка гидравлическими струями, но очень велики энергозатраты.

При групповой окорке обрабатывается пачка бревен (поленьев). Это высокопроизводительный способ окорки и применяется в основном на целлюлозно-бумажных комбинатах.

Исходя из способов окорки древесины окорочное оборудование (станки и машины) подразделяются на оборудование для поштучной и групповой окорки. В ЛЗП получили применение станки для поштучной окорки круглых лесоматериалов, оснащенные специальным окорочным инструментом.

#### **24.2. Ножевые окорочные станки**

В ножевых окорочных станках кора, луб и часть древесины удаляются с поверхности бревна ножами или скребками. В зависимости от взаимного расположения окорочного инструмента и бревна в процессе окорки окорение бревен может производиться строганием, фрезерованием, скоблением.

**При окорке строганием** ножи или бревно совершают поступательное (прямолинейное) движение, каждый нож снимает полосу коры заданной толщины острым резцом с углом резания меньше  $90^\circ$ . Достоинством ножевой окорки является возможность получения высокого качества окорки без снижения производительности подсушенных или мерзлых бревен и лесоматериалов с толстой и прочной корой. Ножами можно производить грубую и чистую окорку. При этом достигается хорошее качество окашиваемой поверхности и зачистка остатков сучьев. К недостаткам такой окорки следует отнести неизбежные потери древесины, которые тем больше, чем выше качество окорки.

**При окорке фрезерованием** ножи закрепляются на вращающейся головке, образуя ножевую фрезу. Фрезы имеют те же достоинства, что и ножевой инструмент, но работают с большими скоростями и малыми усилиями резания. Окорка может производиться продольным или продольно-винтовым фрезерованием.

**При окорке скоблением** окорочный инструмент установлен на вращающемся полом роторе, внутри которого и соосно с ним поступательно движется окоряемое бревно. Каждый инструмент окашивает

участок поверхности в виде ленты, расположенной по винтовой линии.

Основными узлами ножевых окорочных станков являются механизм окорки и подающий механизм, установленные на станине. Для подачи бревен в станок и уборки от него окоренных бревен он снабжается соответствующим околостаночным оборудованием.

**Продольные ножевые окорочные станки.** Механизм окорки в таких станках состоит из нескольких ножей, объединенных в ножевую головку и прижимаемых пружинами к поверхности окариваемого бревна. Толщина срезаемой стружки ограничивается копирами. Развод ножей обеспечивается рычагами копиров, образующими воронку.

Для грубой окорки можно применять ножи звездчатой формы, свободно сидящие на концах подпружиненных рычагов. При встрече таких ножей с сучками, наплывами и другими препятствиями они поворачиваются вокруг своих осей и «перешагивают» это препятствие.

Для грубой окорки достаточно одной окорочной головки с тремя-четырьмя ножами. Для чистой окорки в станках с четырехзвенным окорочным механизмом необходимы две последовательно установленные окорочные головки с ножами каждая. Причем вторая головка должна быть повернута относительно первой на  $45^\circ$  для обеспечения полного перекрытия всей поверхности окариваемого бревна.

*Механизм подачи* (проталкивания) бревна через окаривающий механизм в продольных ножевых окорочных станках может быть в виде непрерывно движущейся цепи с закрепленными на ней упорами или же в виде возвратно-поступательно движущегося толкателя под действием шатуна, соединенного с непрерывно движущейся цепью. Окоренное бревно из ножевой головки в этом случае выталкивается штангой, выдвигаемой из толкателя шестерней при упоре зубчатой рейки в ограничитель. Скорость движения штанги при этом оказывается в 2 раза больше скорости движения толкателя.

**Производительность** ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) продольных ножевых окорочных станков с механизмом подачи в виде возвратно-поступательно движущегося толкателя равна:

$$P_{\text{ч}} = \frac{3600 \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot \varphi_3 \cdot v \cdot V_{\text{бр}}}{2 \cdot l}, \quad (24.1)$$

где  $\varphi_1$  – коэффициент использования рабочего времени;  $\varphi_2$  – коэффициент загрузки станка;  $\varphi_3$  – коэффициент, учитывающий время на выдвигание штанги;  $v$  – скорость движения толкателя,  $\text{м}/\text{с}$ ;  $V_{\text{бр}}$  – средний объем окариваемых бревен,  $\text{м}^3$ ;  $l$  – ход толкателя,  $\text{м}$ .

В лесозаготовительных предприятиях РФ находят применение продольные ножевые окорочные станки ЛО-23 и ЛО-24 с двумя окорочными головками по 4 ножа в каждой с подающим механизмом в виде толкателя, совершающего поступательно-возвратное движение. Станок ЛО-23 предназначен для окорки бревен диаметром от 80 до 280 мм и длиной 1,5...3 м, а ЛО-24 – для окорки бревен тех же диаметров, но длиной до 6,5 м, чем и отличаются друг от друга. Скорость движения толкателя 1,5 м/с, мощность электродвигателя 28 кВт.

**Продольные фрезерные окорочные станки** применяют на лесных складах для окорки (оправки) шпал, пролыски тонкомерных сортиментов и окорки колотых балансов. Станок состоит из двух основных узлов: механизма резания и подающего механизма.

*Механизм резания* состоит из одной или двух ножевых фрез, вращающихся со скоростью 1500...2800 об/мин. Ножи имеют криволинейную режущую кромку, радиус кривизны которой равен наибольшему радиусу окашиваемой поверхности. В процессе окорки окашиваемый материал (шпала, колотое полено), а иногда фреза, движется в продольном направлении и окашивается одна боковая поверхность. Для одновременной окорки обеих боковых поверхностей шпалы станки выпускаются с двумя фрезами.

Поверхность, окоренная ножевыми фрезами, имеет волнообразный профиль. Гладкость этой поверхности зависит от длины волны, равной подаче на один нож и ее глубины. Чтобы на окоренной поверхности не было остатков коры, толщина срезаемого слоя  $H_0$  должна удовлетворять следующему условию:

$$H_0 \geq h_k + c,$$

где  $h_k$  – толщина коры;  $c$  – глубина волны;  $c \approx u_z^2 / 4D$ ; здесь  $u_z$  – подача на один нож;  $D$  – диаметр окружности вращения ножей.

В станках для пролыски мелкотоварной древесины механизм резания состоит из трех дисковых фрез, на торцевых поверхностях которых закреплены прямые ножи.

*Подающий механизм* в зависимости от конструкции станка может быть в виде каретки (тележки), совершающей поступательно-возвратное движение или же в виде вращающихся вальцов.

В одношпindelных шпалооправочных станках подающий механизм представляет собой каретку с установленной на ней фрезой, которая совершает поступательно-возвратное движение относительно неподвижной шпалы, закрепленной с торцов.

В двухшпиндельных шпалооправочных станках применяется вальцовый подающий механизм, обеспечивающий непрерывную подачу окариваемых шпал.

В станках для окорки колотых балансов подающий механизм представляет собой движущуюся цепь с упорами, которой баланс надвигается на вращающуюся фрезу.

В станках для пролыски мелкотоварной древесины подающим механизмом является продольный сортировочный транспортер.

**Производительность** шпалооправочных станков измеряется в штуках шпал и может быть определена по следующим формулам:

одношпиндельного

$$П_ч = 3600\varphi_1/T, \quad (24.2)$$

двухшпиндельного

$$П_ч = 3600\varphi_1 \cdot \varphi_2 u / \ell_{шп}, \quad (24.3)$$

где  $\varphi_1$  – коэффициент использования рабочего времени;  $T$  – время, затрачиваемое на окорку одной шпалы, с: оно состоит из времени на подачу и зажим шпалы, ее поворот, снятие и два рабочих хода каретки с фрезой;  $\varphi_2$  – коэффициент загрузки станка;  $u$  – скорость подачи, м/с;  $\ell_{шп}$  – длина шпалы, м.

Для окорки шпал на лесных складах применяются станки ЛО-44Б, ЛО-48; окорки колотых балансов – станки Н-10, а для пролыски мелкотоварной древесины – пролысочные станки.

**Шпалооправочный станок ЛО-44Б** одношпиндельный. Фреза имеет 4 ножа, вращается с частотой 2800 об/мин, установлена на каретке, перемещающейся плавно со скоростью от 0 до 1,6 м/с. Привод каретки, суппорта, зажимного и поворотного устройств гидравлический. Производительность станка около 140 шпал в час.

**Шпалооправочный станок ЛО-48** – двухшпиндельный, непрерывного действия. Каждый шпиндель шестиножевой и приводится во вращение от отдельного электродвигателя мощностью 5,5 кВт. Подающий механизм вальцовый. Скорость подачи 0,3 м/с. Производительность станка около 180 шпал в час.

**Станок Н-10** предназначен для выработки колотых балансов из расколотых на 4 или 6 частей поленьев длиной от 0,5 до 1,25 м. Гниль с внутренней части полена срезается кольцевым ножом, а кора с периферийной части удаляется фрезой, оснащенной криволинейными ножами. Кольцевой нож может перемещаться вверх-вниз и устанавливаться в положение, соответствующее толщине срезаемого слоя гнили.



Скорость подачи полена 0,4 м/с. Производительность станка по сырью 4...6 м<sup>3</sup>/ч.

### 24.3. Роторные окорочные станки

Они также относятся к ножевым окорочным станкам и получили широкое применение на нижних складах ЛЗП. По конструкции они существенно отличаются от рассмотренных выше окорочных станков и выпускаются с короснимателями для грубой окорки круглых лесоматериалов и с цилиндрическими фрезами для чистой окорки круглых балансов и столбов. Станки выпускаются с одним и двумя роторами (окорочными головками). Однороторные станки с короснимателями предназначены для грубой окорки свежесрубленных и сплавных лесоматериалов преимущественно хвойных пород, двухроторные – для окаривания лесоматериалов хвойных и лиственных пород в течение всего года, в том числе и экспортных лесоматериалов. Двухроторные станки целесообразно использовать для получения качественного корья, идущего на производство дубильных экстрактов. Для этого кора от первого ротора подается в отдельный бункер.

Роторный окорочный станок состоит из механизма окорки, механизма подачи бревна в окорочную головку (ротор), механизма извлечения бревна из окорочной головки, установленных на общей раме, и аппаратуры управления.

*Механизм окорки* представляет собой вращающийся ротор, на котором закреплены 3...6 короснимателей или же 4...5 вращающихся цилиндрических фрез, на торцевых поверхностях которых установлены по радиусам плоские ножи. Фрезами можно чисто окаривать лесоматериалы любой влажности. И коросниматели и фрезы прижимаются к поверхности окариваемого бревна стальными пружинами. Развод окаривающих инструментов и вывод их на поверхность бревна происходит автоматически при помощи специальных устройств. У короснимателей для этой цели имеется разводная кромка. Коросниматели отделяют кору и луб по камбиальному слою и режущая кромка у них имеет радиус закругления  $r = 3$  мм, а ширину 25...60 мм. Радиус закругления режущей кромки существенно влияет на качество окорки: с его уменьшением улучшается качество окорки, но повышается опасность повреждения древесины. Наряду с короснимателями на роторе могут быть установлены специальные ножи для надрезания коры.

Чтобы обеспечить снятие коры по всей поверхности окариваемого бревна и получить высокое качество окорки, траектории, описываемые каждым короснимателем (скребком) на поверхности бревна,

должны перекрывать друг друга не менее чем в два раза, а при окорке мерзлой древесины – в 3...5 раз.

Скорость подачи бревна  $u$  (м/с) определяется по формуле:

$$u = b z_k \omega / 2\pi \gamma,$$

где  $b$  – ширина рабочей кромки короснимателя, м;  $z_k$  – число одноименных короснимателей на роторе, шт.;  $\omega$  – угловая скорость ротора, рад/с;  $\gamma$  – коэффициент перекрытия траекторий рабочих кромок короснимателей.

*Механизм перемещения бревна* через окорочную головку должен выполнять следующие основные функции: обеспечивать продольную подачу бревна, центрировать бревно относительно оси ротора, не допускать проворачивания бревна под действием усилия окорки. Этим требованиям удовлетворяют вальцовые подающие механизмы, поверхность вальцов которых снабжена шипами или ребрами. Вальцы могут быть седлообразной формы или цилиндрическими. Вальцы установлены на коленообразных рычагах, прижимаются к поверхности окариваемого бревна пружиной. В трехвальцовых механизмах перемещения бревна вальцы между собой соединены тягами, что обеспечивает их развод на строго одинаковую величину. Благодаря этому бревна любых диаметров оказываются сцентрированными относительно оси ротора. Такие вальцы устанавливаются на входе и выходе бревна из окорочной головки.

В механизмах подачи с четырьмя и более вальцами седлообразной формы вальцы расположены, как правило, горизонтально и прижимаются к поверхности бревна пружинами. Рычаги вальцов снабжены устройствами, обеспечивающими развод вальцов на одинаковую величину от оси ротора.

Привод вальцов от отдельного двигателя.

*Околостаночное оборудование* служит для подачи бревен к окорочной головке станка и уборки окоренных бревен от станка. Как правило, для этого применяются продольные цепные транспортеры и иногда роликовые транспортеры, снабженные приводом.

*Аппаратура управления* размещается в отдельном шкафу и включает рубильники, магнитные пускатели, тепловые реле и др.

**Производительность** роторных окорочных станков зависит от состояния окариваемых лесоматериалов (свежесрубленные, сплавные, мерзлые, сухие), их среднего диаметра и колеблется в широких пределах. Такие станки являются механизмами непрерывного действия, и их производительность может быть определена по формуле

$$P_{\text{ч}} = 3600\varphi_1\varphi_2 u V_{\text{бр}} / \ell_{\text{бр}}, \quad (24.4)$$

где  $\varphi_1$  – коэффициент использования рабочего времени;  $\varphi_2$  – коэффициент загрузки станка, зависящий от разрывов между торцами бревен, поступающих в окорку;  $u$  – скорость подачи бревна в процессе окорки, м/с;  $V_{\text{бр}}$  – средний объем окариваемого бревна, м<sup>3</sup>;  $\ell_{\text{бр}}$  – средняя длина окариваемых бревен, м.

У большинства роторных окорочных станков скорость подачи бревна при окорке постоянна и производительность станка оказывается прямо пропорциональной квадрату диаметра окариваемых бревен.

На лесных складах широкое применение получили однороторные окорочные станки ОК 40-2 и ОК 63-2 ОК 80-2. Эти станки по конструкции принципиально не отличаются друг от друга, но каждый из них предназначен для окорки бревен определенных размеров.

**Станок ОК 40-2** предназначен для окорки бревен диаметром от 6 до 35 см и длиной от 1,5 до 6,5 м. Допустимая кривизна бревен до 3%. Частота вращения ротора 200, 270 и 400 об/мин, скорость подачи бревна через окорочную головку ступенчатая от 0,2 до 1,2 м/с. Средняя производительность станка 17 м<sup>3</sup>/ч.

**Станок ОК 63-2** предназначен для окорки бревен диаметром 10...55 см и длиной 2,7...7,5 м. Допустимая кривизна бревен до 3%. Частота вращения ротора 150, 200 и 300 об/мин, скорость подачи бревна через окорочную головку ступенчатая от 0,2 до 1 м/с. Средняя производительность станка 21 м<sup>3</sup>/ч.

**Станок ОК 80-2** предназначен для окорки бревен диаметром от 12 до 70 см и длиной 2,7 до 7,5 м. Допустимая кривизна бревен до 3%. Частота вращения ротора 150 и 200 об/мин, скорость подачи бревна через окорочную головку ступенчатая от 0,2 до 1,2 м/с. Средняя производительность станка 57 м<sup>3</sup>/ч.

Для чистой окорки экспортных балансов, зачистки сучков и увеличения производительности выпускаются двухроторные окорочные станки 2 ОК40-1, 2 ОК63-1 и 2 ОК80-1, отличающиеся от рассмотренных выше наличием второй окорочной головки и промежуточной секции механизма подачи.

Все рассмотренные выше окорочные станки выпускаются в РФ.

На отдельных лесозаготовительных предприятиях находят применение финские окорочные станки, выпускаемые АО Валлон Конне: VK26MX для окорки бревен; VK 26SMX, VK32SX; VK450 и др. для окорки бревен и хлыстов. Особенности этих станков являются высокий уровень механизации операций с автоматизацией отдельных из

них, применение короснимателей со съёмными твердосплавными пластинками и высокие скорости подачи.

#### **24.4. Раскалывание короткомерных лесоматериалов и производство колотых балансов**

На лесных складах подвергаются раскалыванию дрова-коротье длиной до 1,25 м и диаметром от 15 см и выше и короткомерное технологическое сырье диаметром 26 см и больше, отобранное из низкокачественной древесины и дровяного коротья, для выработки колотых балансов и технологической щепы. Дровяное коротье, предназначенное для использования в качестве топлива, раскалывают на две части при диаметре от 15 до 25 см; на четыре – при диаметре 26...40 см; на шесть и большее число частей при диаметре более 40 см. Основное назначение раскалывания дров-коротья – это уменьшение влажности (просушка) топливных дров.

Короткомерное (длиной до 1,25 м) технологическое сырье для выработки колотых балансов раскалывают для того, чтобы можно было из полученных поленьев удалить (выколоть) сердцевинную гниль и удалить кору и луб с поверхности полена, которые недопустимы в балансах.

Для раскалывания короткомерных лесоматериалов применяют специальные станки. Они могут быть с механическим и гидравлическим приводом. Рабочим органом станка является клин, который может быть простым, для раскалывания чурака на две части в один прием, крестообразным для раскалывания чурака на 4 части в один прием и звездчатым для раскалывания чурака на 6 частей в один прием. Клин должен быть с переменным углом заострения, так как в этом случае требуется меньшее усилие для раскалывания чурака в связи с тем, что первоначально угол заострения клина  $\alpha_1$  небольшой ( $\alpha_1 = 15^\circ$ ), а затем увеличивается до  $\alpha_2 = 40^\circ$  и он вступает в работу после появления трещины. Высота вертикального клина должна быть такой, чтобы обеспечивалось раскалывание чурака самого большого диаметра. Причем лезвие клина должно иметь уклон к вертикали с углом  $\gamma = 6...10^\circ$ , чтобы во время раскалывания чурак прижимался к желобу, а не скользил вверх по клину. Для выколки гнили применяется кольцеобразный или плоский горизонтально расположенный нож.

Для раскалывания чураков могут применяться станки с подвижным и неподвижным клином. Станки с подвижным клином применяются редко и для расколки коротких (длиной 40...60 см) чураков на несколько частей.

В станках с неподвижным клином чурак надвигается на клин одним из упоров, закрепленных на цепи, которая движется непрерывно и станки такого типа называются **цепными**; или же упором, совершающим поступательно-возвратное движение при помощи штока гидроцилиндра, и станки этого типа называются **гидравлическими**.

На лесных складах ЛЗП для раскалывания круглых чураков применяют в основном механические цепные и гидравлические станки, а для выработки колотых балансов – комбинированные станки, имеющие фрезерный механизм для удаления коры и луба и нож для выкалывания гнили с колотых поленьев.

Станок для раскалывания круглых чураков состоит из неподвижного клина, механизма надвигания чурака на клин, механизма возврата полена на повторное раскалывание, станины и привода.

На лесных складах ЛЗП находят применение для расколки чураков древокольные станки КЦ-8 и КГ-8А, и для выколки гнили в поленьях и их окорки – станок Н-10.

**Станок КЦ-8** – цепной и предназначен для раскалывания чураков диаметром до 60 см и длиной 1,25 м на две части, а при повторном пропуске поленьев через станок – на четыре части. Скорость цепи подающего механизма 0,55 м/с, число упоров на цепи – 2 шт. Производительность станка при среднем диаметре раскалываемых чураков 28 см и длине 1 м 10,8 м<sup>3</sup>/ч. Станок обслуживается одним рабочим.

**Станок КГ-8А** – гидравлический и предназначен для раскалывания чураков диаметром от 15 до 100 см и длиной 1...1,5 м на две, четыре или шесть частей (поленьев) в зависимости от диаметра в один прием. Производительность станка при среднем диаметре раскалывания чураков 24 см 12 м<sup>3</sup>/ч.

Станок Н-10 описан в § 24.2.

**Производительность** станков для расколки древесины определяется по следующим формулам:

– непрерывного действия (цепных)

$$P_{\text{ч}} = 3600\varphi_1\varphi_2v_{\text{ц}}V_{\text{ч}}/(\ell_{\text{уп}} \cdot m), \quad (24.5)$$

– периодического действия (с поступательно-возвратным движением толкателя или клина)

$$P_{\text{ч}} = 60\varphi_1\varphi_2nV_{\text{ч}}/m, \quad (24.6)$$

где  $\varphi_1$  – коэффициент использования рабочего времени;  $\varphi_2$  – коэффициент загрузки станка;  $v_{\text{ц}}$  – скорость движения цепи, м/с;  $V_{\text{ч}}$  – объем среднего чурака, м<sup>3</sup>;  $\ell_{\text{уп}}$  – расстояние между упорами на цепи, м;  $m$  –

число пропусков одного чурака через станок;  $n$  – число двойных ходов толкателя или клина.

## Лекция 25

### Штабелевка и отгрузка лесопродукции потребителям

#### 25.1. Оборудование для штабелевки лесопродукции

**Штабелевка лесопродукции** – процесс укладки лесоматериалов в штабеля и поленицы на лесном складе у фронта отгрузки. Эта операция переместительная и является вынужденной в связи с тем, что суточный объем производства отдельных лесоматериалов небольшой (недостаточный для загрузки единицы подвижного состава), а подача подвижного состава зачастую не регулярная и не в требуемом количестве.

Виды запасов лесопродукции на нижних лесных складах и их назначение, типы штабелей, в которые может укладываться лесопродукция у фронта отгрузки, их размеры даны в лекции 20.

Лесопродукция имеет различные размеры и форму (долготье, коротье, пиломатериалы, щепа и др.). В связи с разнообразием продукции для ее штабелевки у фронта отгрузки применяется различное оборудование: консольно-козловые и башенные краны, самоходные стреловые краны, автопогрузчики и др. На сухопутных нижних лесных складах наиболее широко применяются консольно-козловые и реже башенные краны. По конструкции консольно-козловые краны аналогичны козловым и консольно-козловым кранам, применяемым на выгрузке древесины с лесовозного транспорта.

**Консольно-козловой кран** для штабелевки и отгрузки лесопродукции состоит из следующих основных узлов: несущей фермы, жесткой и шарнирной опор, грузовой тележки, механизмов подъема и опускания груза, перемещения грузовой тележки, системы питания крана электроэнергией, системы управления краном и кабины крановщика.

На нижних лесных складах на штабелевке и отгрузке древесины находят применение консольно-козловые краны ККС-10, ККЛ-12,5 и ККЛ-16.

**Кран ККС-10** самомонтирующийся грузоподъемностью 10 т, вылет одной консоли 7,5 м, а второй – 8,5 м. Выпускается кран с пролетом 32 и 20 м. Высота подъема грузового крюка 10 м. Примерная производительность крана 50...60 м<sup>3</sup>/ч.

**Кран ККЛ-12,5** самомонтирующийся, грузоподъемностью 12,5 т и пролетом 40 м. Вылет обеих консолей по 10 м, высота подъема грузового крюка 14 м. Примерная производительность крана 60...80 м<sup>3</sup>/ч. Кран приспособлен для работы с радиальным грейфером.

**Кран ККЛ-16** имеет грузоподъемность 16 т, пролет 32 м, вылет консолей 10 и 11 м и унифицирован с краном ККЛ-12,5. Но в отличие от ККЛ-

12,5 несущая ферма по конструкции сплошностенная с трубой по оси фермы, а опоры выполнены из труб. Кран приспособлен для работы с торцовым грейфером.

Создан более совершенный консольно-козловой кран **K12,5M**. По конструкции он аналогичен другим консольно-козловым кранам. Грузоподъемность крана K12,5M 12,5 т, пролет крана (расстояние между опорами) 20 и 32 м, рабочий вылет консолей по 8 м, высота подъема грузового крюка 10 м.

**Башенный кран-лесопогрузчик** для штабелевки и отгрузки лесопродукции состоит из следующих основных узлов: портала, башни, стрелы, противовеса, грузовой тележки, механизмов подъема и опускания груза, передвижения грузовой тележки, вращения стрелы, системы питания крана электроэнергией, системы управления крана и кабины крановщика. Особенностью конструкции крана является наличие портала, который служит основанием крана и своими стойками опирается на четыре ходовые тележки с балансирной подвеской колес. Для придания лесопогрузчику устойчивости на портале по обе стороны башни расположен балласт. Внутренние размеры портала таковы, чтобы внутри него мог проходить грузовой подвижной состав широкой колеи.

На нижних складах ЛЗП находит применение башенный кран-лесопогрузчик КБ-572А и его модификации.

**Кран КБ-572А** – самоходный, стреловой, полноповоротный, с подвижной грузовой тележкой на стреле. Минимальный вылет грузового крюка 4 м, максимальный – 35 м. Грузоподъемность крана на вылете от 4 до 25 м – 10 т, на вылете 25...35 м – 6,3 т. Высота подъема грузового крюка 13,5 м. Кран приспособлен для работы с радиальным грейфером ЛТ-153А.

Создан новый башенный кран для лесных складов **КБ-578**. Отличается он от крана КБ-572А тем, что портал и башня выполнены из листовой стали. Грузоподъемность крана КБ-578 10 т (с грейфером 7,8 т), максимальный вылет грузового крюка (грейфера) 30 м, высота подъема грузового крюка 13,5 м, а глубина опускания 10 м.

## **25.2. Грузозахватные устройства кранов, торцевыравнители бревен, пакетирование лесоматериалов**

Грузозахватные устройства необходимы для захвата пачки, надежного удерживания ее на весу и укладки. Они должны обеспечивать быструю зацепку и отцепку пачки с минимальными затратами ручного труда или вообще их исключать, надежно удерживать пачки лесоматериалов различного объема и иметь минимальную массу при условии сохранения необходимой прочности. В качестве грузозахватных устройств применяются



стропные комплекты, радиальные и торцовые грейферы. Применение грейферов исключает ручной труд на зацепке и отцепке груза.

Конструкции стропных комплектов и радиальных грейферов уже даны раньше.

**Торцовый грейфер** – безрамной конструкции состоит из двух направляющих балок и двух челюстей и механизма смыкания и размыкания челюстей.

*Балки* выполнены из швеллеров, одним концом входят одна в другую, образуя телескопическую конструкцию, и являются направляющими. На другом конце балок закреплены челюсти в виде вертикальных стенок, снабженных с внутренней стороны захватами с шипами.

При зажиме пачки с торцов захваты утапливаются, а шипы внедряются в торцы, надежно удерживая бревна.

На лесных складах ЛЗП находят применение на штабелевке и погрузке бревен радиальные грейферы ЛТ-153А и торцовые грейферы ГТБ-1М.

**Грейфер ЛТ-153А** – электрогидравлический, поворотный, грузоподъемностью 8 т. Максимальный объем захватываемой пачки при длине сортиментов 6,5 м равен 6,5 м<sup>3</sup>. Угол поворота грейфера в горизонтальной плоскости 240°. Грейфер можно использовать также на выгрузке круглых лесоматериалов из вагонов широкой колеи.

**Грейфер ГТБ-1М** – канатный, позволяет захватывать пачки круглых лесоматериалов длиной от 1 до 6,5 м и выравнивать торцы. Максимальный объем захватываемой пачки 9 м<sup>3</sup>.

Недостатком грейферов является большая собственная масса, что значительно снижает полезную грузоподъемность крана. Поэтому на кранах небольшой грузоподъемности для зацепки грузов применяют стропные комплекты.

**Торцевыравниватели бревен** в пачке необходимы, потому что согласно техническим условиям торцы круглых лесоматериалов, погруженных на подвижной состав широкой колеи или сформированных в сплавные пучки, должны быть выравнены. Выравнивание торцов вручную очень трудоемко, требует больших физических усилий и не всегда возможно. Для механизации этой операции применяются торцовые грейферы, специальные лесонакопители с торцующими стенками, а также передвижные и стационарные выравниватели торцов бревен.

*Торцевыравниватель бревен* состоит из основания и двух передвижных торцующих стенок, которые могут смыкаться и раздвигаться при помощи специального привода или под действием веса торцуемой пачки, уложенной в торцеватель. Торцеватель обычно устанавливается у места отгрузки лесоматериалов или же на консольно-козловом кране. Он должен

обеспечивать торцевание пачек бревен различной длины и обеспечивать усилие, достаточное для смещения бревен в пачке.

Он не сложен по конструкции и обычно изготавливаются в ЛЗП.

**Пакетирование лесоматериалов** является высокоэффективным способом повышения производительности труда на штабелевке и отгрузке лесопродукции. Получили применение транспортные пакеты в полужестких стропах. Размеры транспортных пакетов регламентируются ГОСТ 16369-86 «Пакеты транспортные лесоматериалов». Для увязки пакетов применяются полужесткие стропы различных типов: ПС-01 – для досок, брусьев и других пиломатериалов длиной от 1 до 6,5 м; ПС-02 – для формирования пакетов в виде «шапки» из пиломатериалов длиной от 3 до 6,5 м; ПС-04 – для пилопродукции, круглых и колотых лесоматериалов длиной 1...3 м; ПС-05 – для круглых лесоматериалов длиной от 3 до 8 м. Для механизации процессов пакетирования лесоматериалов разработано оборудование, но выпуск его пока не освоен. Это отрицательно сказывается на широком применении перевозок лесоматериалов в пакетах. Широкое внедрение пакетных перевозок лесоматериалов сдерживается также слабой обеспеченностью ЛЗП комплектами стропов типа ПС. Размеры пакетов зависят от типа строп.

Конструкция полужестких стропов такова, что в процессе штабелевки и погрузки пакет сохраняет свою форму. Изготавливаются они по ГОСТ 14110-97 «Стропы многооборотные полужесткие».

Каждый пакет, как правило, обвязывается двумя стропами. Пакеты круглых лесоматериалов формируют в лесонакопителях у сортировочных лесотранспортеров. Сформированные пакеты пиломатериалов при погрузке укладываются в блок-пакеты в соответствии с ГОСТ 16369-96.

### **25.3. Отгрузка лесопродукции потребителям**

Лесопродукция, произведенная лесозаготовительным предприятием для доставки ее потребителям, может грузиться на подвижной состав железной дороги широкой колеи (вагоны, полувагоны, платформы), автомобильный транспорт или же на водный транспорт (баржи и суда), что зависит в основном от типа нижнего склада. Для отгрузки лесопродукции потребителям в ЛЗП применяют те же краны и вспомогательное оборудование, что и на штабелевке. При применении на отгрузке лесопродукции кранов со стропными комплектами бригада грузчиков состоит из пяти человек: крановщика, двух стропальщиков и двух грузчиков; при применении грейферов – из трех человек: крановщика и двух грузчиков.

Технология погрузки лесопродукции на подвижной состав не сложна и заключается в захвате пачки (пакета), подъеме, переносе, выравнивании торцов (при необходимости) и укладке ее на подвижной состав. В процесс

погрузки входят также подача и установка подвижного состава под погрузку, крепление погруженных в подвижной состав лесоматериалов и уборка груженого подвижного состава с места погрузки. Для сокращения времени погрузки подвижной состав необходимо устанавливать напротив штабелей, из которых будет вестись погрузка.

Технология погрузки лесоматериалов в подвижной состав широкой колеи должна отвечать следующим требованиям:

- погрузка в установленные сроки;
- полное использование грузоподъемности и вместимости подвижного состава и обеспечение его сохранности;
- наилучшее использование средств погрузки;
- обеспечение безопасности рабочих-грузчиков.

До подачи подвижного состава под погрузку должен быть подготовлен реквизит для крепления лесоматериалов на открытом подвижном составе: вагонные стойки, прокладки, подкладки, проволока, вагонные стяжки и др. Проволока должна быть диаметром не менее 4 мм и мягкой (отожженная или горячекатаная). Прокладки и подкладки следует готовить из горбылей или пиломатериалов лиственных пород.

Лесоматериалы, предназначенные для погрузки в верхнюю суженую часть габарита полувагона, должны формироваться, увязываться и укладываться у фронта отгрузки до подачи порожняка под погрузку.

Лесоматериалы, отгружаемые в пакетах должны иметь бирку, в которой указываются номер пакета, назначение лесоматериалов, количество бревен и их общий объем. Номер пакета должен дублироваться на нескольких бревнах. Данные на бирку наносятся не смываемой краской или резцом. Сведения о всех пакетах, погруженных в полувагон, заносятся в отгрузочную спецификацию.

Сроки погрузки лесоматериалов определяются основными типами кранов, оборудованных грузовым крюком, зависят от вида груза (круглые лесоматериалы, пиломатериалы и т.д.), рода подвижного состава (полувагоны, платформы и т.д.) и грузоподъемности крана и колеблются в широких пределах: от 0,75 до 1,74 часа на один физический вагон. За задержку вагонов под погрузкой или выгрузкой сверх установленных сроков и недогрузку вагонов с грузоотправителя взыскивается штраф.

#### **25.4. Производительность кранов на штабелевке и отгрузке лесоматериалов**

Производительность кранов на штабелевке и отгрузке лесоматериалов зависит от типа крана и его грузоподъемности, применяемых грузозахватных приспособлений, длины лесоматериалов и для консольно-козловых кранов может быть определена по формуле

$$P_{\text{см}} = \frac{(T - t_{\text{п-з}}) \varphi_1 k_c V_{\text{п}}}{\frac{4h}{V_{\text{гр}}} + \frac{2l_{\text{тел}}}{V_{\text{тел}}} + \frac{0,5(L_{\text{шт}} - L_{\text{тр}}) + 0,25L_{\text{тр}}}{V_{\text{кр}}} + t_1 + t_2}, \quad (25.1)$$

где  $T$  – продолжительность смены, с;  $t_{\text{п-з}}$  – время на выполнение подготовительно-заключительных операций, с;  $\varphi_1$  – коэффициент использования рабочего времени смены;  $k_c$  – коэффициент совмещения операций (например совмещение во времени передвижения грузовой тележки и поворота стрелы крана и др.);  $V_{\text{п}}$  – средний объем штабелюемой или погружаемой пачки лесоматериалов, м<sup>3</sup>;  $h$  – средняя высота подъема груза, м;  $l_{\text{тел}}$  – среднее расстояние перемещения грузовой тележки, м;  $V_{\text{гр}}$ ,  $V_{\text{тел}}$ ,  $V_{\text{кр}}$  – соответственно скорости подъема (опускания) груза, передвижения грузовой тележки, передвижения крана, м/с;  $L_{\text{шт}}$  – длина фронта штабелей, м;  $L_{\text{тр}}$  – длина части сортировочного транспортера, вдоль которой расположены лесонакопители, м;  $t_1$  – время на захват и разворот пачки лесоматериалов, с;  $t_2$  – время на отцепку пачки, с.

Производительность башенных кранов определяется по формуле (25.1) с добавлением во время цикла (знаменатель формулы) времени  $t_{\text{п}}$ , затрачиваемого на поворот стрелы крана:

$$t_{\text{п}} = 2\pi / \omega_c,$$

где  $\omega_c$  – угловая скорость поворота стрелы, рад/с.

Производительность консольно-козловых и башенных кранов грузоподъемностью 7,5 – 10 т за 7-ми часовую смену на штабелевке и отгрузке лесопродукции составляет 205 – 250 м<sup>3</sup>.

## 25.5. Охрана труда и пожарная безопасность на лесоскладских работах

Для безопасной и эффективной эксплуатации кранов и другой техники требуются квалифицированные рабочие, хорошо знающие правила безопасной работы на этой технике и правила пожарной безопасности. Так, машины и оборудование нижних складов должны быть технически исправными и соответствовать требованиям действующих инструкций и правил. К работе на нижнескладской технике допускаются только лица, прошедшие специальное обучение и имеющие соответствующее удостоверение на право управления машиной или оборудованием. Вспомогательные рабочие допускаются к работе только после прохождения специального обучения и инструктажа на рабочем месте.

Территория нижнего склада, производственные помещения и рабочие места должны быть благоустроенными и содержаться в чистоте. На территории нижнего склада для пешеходного движения должны быть проложены тротуары и устроены пешеходные переходы, а для прохода над

работающим оборудованием к местам работы – мостики, лестницы, трапы. В местах пересечения рельсовых путей с дорогами и тротуарами должны устраиваться охраняемые переезды и переходы или же быть оборудованными сигнализацией, обеспечивающей безопасность движения.

Проезды, проходы и рабочие места внутри производственных, подсобных помещений и на территории склада запрещается загромождать заготовками, деталями, материалами и отходами производства. Инструмент и обтирочный материал должен храниться в специальных шкафах, а заготовки деталей – на стеллажах и других приспособленных для этого местах.

Сортировочные лесотранспортеры должны иметь тротуары со стороны, противоположной сброске сортиментов в лесонакопители, шириной не менее 1 м и устройства для дистанционного пуска и остановки транспортера.

Грузоподъемные краны и грузозахватные приспособления к ним должны содержаться и эксплуатироваться в строгом соответствии с правилами Проматомнадзора. Стропы, используемые на штабелевке и погрузке, должны быть оборудованы саморасцепляющимися приспособлениями, исключающими необходимость нахождения стропальщика на штабеле или загружаемом подвижном составе. Перед выгрузкой или погрузкой лесоматериалов транспорт должен быть надежно закреплен в целях предотвращения самопроизвольного его перемещения.

При сортировке лесоматериалов, выполнении погрузочно-выгрузочных работ для обеспечения безопасности работающих включать транспортер или кран в работу можно только по сигналу соответственно сортировщика и стропальщика, а останавливать немедленно работу по сигналу «стоп» независимо от того, кем он подан.

Разрешение на пуск в работу грузоподъемной машины выдается инспектором Проматомнадзора на основании результатов полного технического освидетельствования ее. Съёмные грузозахватные приспособления (стропы, цепи, траверсы и т.д.) после изготовления подлежат обязательному техническому освидетельствованию на заводе-изготовителе, а после ремонта – на заводе, на котором они ремонтировались. В процессе эксплуатации съёмные грузозахватные приспособления должны периодически в установленные сроки осматриваться и при необходимости изыматься из работы для ремонта или замены.

Для обеспечения электробезопасности работающих на машинах, и оборудовании с электроприводом должны применяться следующие способы и средства: оградительные устройства, защитное заземление, зануление, выравнивание потенциалов, малое напряжение, изоляция токоведущих частей и др.

Работающие на нижнем складе должны быть обеспечены комплексом санитарно-бытовых помещений, средствами индивидуальной защиты и спецодеждой в соответствии с типовыми отраслевыми нормами.

При наличии на нижнем складе пожаро- и взрывоопасных производств должны быть приняты меры по исключению возможности возникновения пожара или взрыва, загрязнения окружающей среды выбросами вредных веществ.

В целях пожарной безопасности лесоматериалы на нижнем складе должны храниться рассредоточено в группах и кварталах штабелей. По фронту штабелей должны быть устроены противопожарные разрывы и проезды шириной не менее 6 м и не реже чем через 100 – 120 м. На нижнем складе должны быть источники противопожарного водоснабжения: противопожарный водопровод, пожарные водоемы. Вместимость пожарного водоема должна быть не менее 200 м<sup>3</sup>. При наличии естественного источника воды на складе или рядом к нему должны быть устроены пожарные подъезды. Производственные здания и сооружения на нижнем складе должны иметь пожарную сигнализацию.

## Лекция 26

### 26.1. Обмер и учет сырья и лесопродукции

Учет лесоматериалов ведется в плотных кубических метрах на мастерских лесозаготовительных участках и на нижних складах ЛЗП материально ответственными лицами. Причем согласно положению учет лесоматериалов на нижнем складе при вывозке на склад хлыстов ведется на трех этапах технологического процесса:

- при поступлении хлыстов от мастерских лесозаготовительных участков на этапе выгрузки их с лесовозного транспорта (учет сырья);
- при раскряжевке хлыстов на сортименты (учет выработанной продукции);
- при отгрузке лесоматериалов потребителям на сухопутный или водный транспорт (в вагоны, на автомобили, в суда или баржи).

Если раскряжевка хлыстов производится на мастерских лесозаготовительных участках (на лесосеках), необходимость в первом этапе учета лесоматериалов отпадает. А второй и третий этапы учета выполняются уже на мастерских лесозаготовительных участках. Причем, если заготовленные на лесосеках лесоматериалы отгружаются не непосредственно потребителям, а на нижний склад ЛЗП, вторая и третья стадии учета повторяются и на нижнем складе. Возможные расхождения по объему отгруженных сортиментов с лесосеки поступивших на нижний склад корректируются ЛЗП.

Лесопродукция на мастерских участках учитывается мастером лесозаготовок количественно. Порядок приемки и документирования выполненных объемов работ зависит от принятой на предприятии технологии лесозаготовок.

При заготовке и вывозке на нижний склад хлыстов учет объемов работ ведется на каждой стадии производства. Хлысты на мастерском участке учитываются в штуках и плотных кубометрах. Объем каждого хлыста определяется по специальным таблицам на основании замера диаметра в комле. Данные учета заносятся в книгу мастера по учету лесопродукции по каждой бригаде отдельно. При отправке хлыстов на нижний склад водителю лесовозного транспорта выписывается ярлык (накладная), в котором (ой) указывается с какой лесосеки отправлена древесины, ее число и объем. Окончательный объем лесопродукции по всем стадиям лесозаготовительного производства определяется в этом случае по выходу лесоматериалов, полученных на нижнем складе при раскряжевке хлыстов на сортименты. Выявленные расхождения по объему вывезенных хлыстов (деревьев) и полученных сортиментов от раскряжевки хлыстов корректируются производством вывозки без перерасчета заработной платы.

При заготовке и вывозке на нижний склад сортиментов учет объемов работ ведется также на каждой стадии производства в соответствии с ГОСТом на обмер, учет и правилами приемки круглых лесоматериалов.

Разница в кубатуре лесоматериалов, возникающая в связи с отдельной приемкой, регулируется предприятием. При этом поштучному измерению подлежат деловые сортименты за исключением тарных кряжей, балансов и рудничных стоек длиной до 2 м включительно, сырье для пиролиза и углежжения и дровяное долготье длиной более 3 м. Объем круглых лесоматериалов, измеряемых поштучно, определяется в плотной мере ( $m^3$ ) по таблицам ГОСТ 2708-75 по диаметру в верхнем отрезе и номинальной длине без учета припуска или предельных отклонений. При нарушении требуемой номинальной длины объем определяется по ближайшей длине, округленной до целых дециметров. В деловых сортиментах диаметр измеряют без коры, в дровяном долготье – с корой. Диаметр измеряется в долях сантиметра как длина прямого отрезка, проходящего через геометрический центр перпендикулярно продольной оси лесоматериала. Величина диаметра круглых лесоматериалов менее 14 см округляется до круглого числа, при этом доли менее 0,5 см не учитываются, а доли 0,5 см и более приравниваются к большему целому числу. Величина диаметра круглых лесоматериалов 14 см и более округляется до четного числа, при этом доли меньше целого нечетного числа не учитываются, а целое нечетное число и доли более нечетного – округляются до большего четного числа.

В складочной мере с последующим переводом в плотную учитываются тарные кряжи, балансы, рудничные стойки длиной до 2 м включительно, а также древесное сырье для пиролиза и углежжения и дрова длиной до 3 м включительно. Объем лесоматериалов в штабеле определяется умножением их номинальной длины на высоту и длину штабеля. Для получения объема лесоматериалов в плотной мере необходимо их объем в складочной мере умножить на соответствующий переводной коэффициент (коэффициент полнодревесности штабеля).

Круглые лесоматериалы длиной более 2 м и диаметром более 13 см подлежат маркировке. Марка наносится на верхинный торец бревна. В ней условными знаками указывают сортимент, сорт и диаметр. Клеймо ставится на комлевом торце бревна. Фанерные кряжи маркируются независимо от длины, дровяное долготье не маркируется.

Лесопродукция, отгруженная с лесосеки, но не поступившая на нижний склад, числится за материально ответственным лицом на погрузочном пункте (верхнем складе).

При вывозке на нижний склад хлыстов древесное сырье и лесопродукция проходит все выше названные этапы обмера и учета.

**Учет сырья**, поступающего на склад, целесообразно производить весовым методом с последующим пересчетом весовых единиц в объемные. Устройство для взвешивания хлыстов монтируется на кране, производящем выгрузку древесины с лесовозного транспорта. Результаты взвешивания автоматически переводятся на пульт управления оператора, ведущего



учет древесины. Объем пачки хлыстов  $V_{п}$  ( $m^3$ ) в этом случае определяется по формуле

$$V_{п} = M / k,$$

где  $M$  – масса пачки хлыстов по показаниям взвешивающего устройства, т;  $k$  – коэффициент перевода массы хлыстов в объем сортиментов, получающихся после раскряжевки хлыстов, т/ $m^3$ .

Учет хлыстов взвешиванием целесообразно применять при измерении объема, превышающего  $1000 m^3$ . Тогда расхождение с фактическим объемом, полученным после раскряжевки хлыстов, не превысит 3,5%.

В некоторых ЛЗП Беларуси учет хлыстов, поступающих на нижний склад, ведется геометрическим способом. Для этого замеряется длина пачки хлыстов на лесоавтопоезде и ее окружность в комлевой части на расстоянии 1,5 м от комлей. По данным замеров по специальной таблице определяется объем древесины в пачке.

**Учет вырабатываемой продукции** (сортиментов, получающихся при раскряжевке хлыстов) производится вручную поштучно или же с помощью автокубатурников в соответствии с ГОСТ 2292-88 «Лесоматериалы круглые. Маркировка, сортировка, транспортирование, обмер, учет и правила приемки». Учет сортиментов вручную ведется аналогично, как и сортиментов на мастерских лесозаготовительных участках.

Учет пиломатериалов ведется в плотных  $m^3$  с использованием таблиц объемов (ГОСТ 5306-83).

Шпалы учитываются в штуках, а технологическая щепа в плотных  $m^3$  с точностью до  $0,1 m^3$ . При механической погрузке щепы для перевода насыпного объема в плотный применяются следующие коэффициенты: на территории поставщика 0,36; на территории потребителя 0,4 при перевозке на расстояние до 50 км и 0,42 при перевозке на расстояние более 50 км. При пневмопогрузке щепы, как у поставщика, так и у потребителя применяется переводной коэффициент 0,46.

**Учет отгружаемой (поставляемой) продукции** ведется также как и учет вырабатываемой продукции в соответствии с действующими ГОСТами. Для упрощения и ускорения учета круглые лесоматериалы, поставляемые потребителям по железной дороге широкой колеи, целесообразно учитывать геометрическим методом. При этом объем каждого штабеля, погруженного в полувагон (на платформу), определяется по формуле

$$V_{шт} = k \cdot b \cdot h_p \cdot l,$$

где  $k$  – переводной коэффициент, учитывающий полнодревесность штабеля и его форму, в том числе и «шапку»;  $b$  – ширина штабеля (ширина полувагона), м;  $h_p$  – расчетная высота штабеля, м;  $l$  – длина штабеля (длина лесоматериалов в штабеле без припусков), м;

На отгруженную с нижнего склада лесопroduкцию при отправке по железной дороге оформляется специальная накладная, а при отправке автомобильным транспортом – товарно-транспортная накладная.

Учет движения лесопroduкции в бухгалтерии ЛЗП ведется путем свода отчетов подотчетных лиц или отчетов лесопунктов.

На лесных складах ЛЗП пока преобладает поштучный учет круглых лесоматериалов вручную. Он трудоемкий и не производительный. Поэтому проводятся работы по автоматизации обмера и учета круглых лесоматериалов по объему. Автоматизация учета по объему возможна двумя методами.

По первому методу объем бревна рассматривается как сумма объемов элементарных цилиндров, диаметр которых изменяется по длине бревна в соответствии с его фактическим сбегом и особенностями формы. Устройства, производящие автоматический учет по этому методу, называются автокубатурниками истинных объемов.

По второму методу объем бревна определяется на основании только двух параметров: длины бревна и его диаметра в верхнем отрезе, на основании которых автоматическое устройство выдает объем бревна, соответствующий объему, определенному по таблицам ГОСТ 2708-75. Такие устройства называются автокубатурниками табличных объемов.

По принципу действия автокубатурники истинных объемов могут быть непрерывными и импульсными. Автокубатурники непрерывного действия выдают объем бревна как сумму объемов большого числа цилиндров бесконечно малой высоты.

В автокубатурниках импульсного действия объем бревна определяется как сумма объемов конечного числа цилиндров малой высоты. Причем значения диаметров дискретные, соответствующие расположению цилиндров по длине бревна.

В ЛЗП Российской Федерации находит применение система ТС-74 автоматизированного учета круглых лесоматериалов, поступающих в цехи переработки древесины. Система позволяет измерять диаметры сортиментов от 6 до 60 см. Время выполнения одного измерения диаметра 0,1 с. Допускаемая относительная погрешность определения суммарного объема в плотной мере составляет  $\pm 3\%$ .

В Белорусском государственном технологическом университете разработан и прошел производственные испытания автоматизированный измерительный комплекс для обмера и учета круглых лесоматериалов и управления сортировочными устройствами для бревен. Измерительный комплекс устанавливается в технологическом потоке. В нем использованы оптический метод и средства измерения, исключаящие непосредственный контакт с объектом и обеспечивающие высокую точность измерения и определения объема бревна. Измерительный комплекс позволяет измерить диаметры бревен от 6 до 60 см с погрешностью  $\pm 1$  мм. Погрешность опре-

деления объема бревна до 2%. Допустимая скорость перемещения бревна через измерительный комплекс до 1 м/с. Потребляемая мощность, включая и ПЭВМ, 500 Вт.

## **26.2. Организация технического обслуживания и ремонта машин и механизмов**

### **26.2.1. Виды технического обслуживания и ремонта машин и механизмов**

В лесозаготовительной промышленности принята планово-предупредительная система технического обслуживания (ТО) машин и механизмов. После пробега определенного числа километров, отработки мото-часов, машино-часов работы они должны в обязательном порядке подвергаться одному из видов технического обслуживания. Технические обслуживания по этапам эксплуатации, включающим ТО при транспортировании, ТО при обкатке перед вводом в эксплуатацию, ТО при хранении, ТО при использовании проводятся согласно документации заводов-изготовителей машин и оборудования. При эксплуатации машин и механизмов установлены следующие виды технического обслуживания с определенной периодичностью и объемом: ежесменное техническое обслуживание (ЕО); номерные ТО-1, ТО-2 и ТО-3 (только для тракторов); сезонное техническое обслуживание (СО).

**Ежесменное техническое обслуживание (ЕО)** проводится с целью подготовки техники к работе и позволяет непрерывно контролировать ее работу, своевременно выявлять и предупреждать неисправности. Выполняется ЕО машинистом (оператором) машины (механизма) с участием при необходимости ремонтных рабочих.

**Номерные технические обслуживания** выполняются в плановом порядке по графику после определенного пробега машин или наработки моточасов. Они направлены на снижение интенсивности изнашивания деталей, проверку и регулировку узлов и рабочих органов, уменьшение отрицательного воздействия на окружающую среду, обеспечение безопасности работающих на технике.

**Сезонное техническое обслуживание (СО)** проводится с целью подготовки техники к работе в условиях осенне-зимнего и весенне-летнего периодов два раза в год и совмещается с очередными ТО. Сроки проведения СО регламентируются специальным приказом по предприятию.

Номерные и сезонные обслуживания выполняет в основном ремонтно-обслуживающий персонал. При необходимости в обслуживании участвуют машинист (водитель, оператор) закрепленной за ним машины (механизма).

**Ремонтные работы** выполняются когда необходимо устранить возникшие неисправности в технике путем замены или восстановления деталей, агрегатов, узлов. По степени восстановления ресурса ремонт машин и оборудования подразделяется на текущий ремонт (ТР), средний (СР) и капитальный ремонт (КР). Ремонтные работы выполняет персонал ремонтной бригады.

Основными первичными учетными документами по ТО и ремонту техники (РТ) являются месячный график ТО и РТ, составленный по фактическим данным, листок учета затрат на ТО и ремонт машины и хозрасчетная карточка. Листок учета затрат на ТО и ремонт машины оформляется на месте проведения ТО и РТ, подписывается ответственным лицом за выполнение этих работ и водителем (машинистом, оператором) машины. На ТО и РТ составляются калькуляции и передаются в бухгалтерию предприятия, которая заводит хозрасчетные карточки и ежемесячно записывает в них данные первичных документов по учету простоев и наработке машин (оборудования), расход топливо-смазочных материалов (ТСМ) и других и затраты на ТО и ремонт техники.

Наиболее прогрессивной формой поддержания техники в работоспособном состоянии является централизованное техническое обслуживание в сочетании с агрегатным методом ремонта, максимальное использование для ТО и РТ межсменного периода.

#### **26.2.2. Техническое обслуживание и текущий ремонт машин и механизмов на лесосеке**

Техническое обслуживание и текущий ремонт машин и механизмов на лесосеке желательно выполнять с помощью передвижных ремонтных мастерских (ПРМ) ЛВ-8Б, ЛВ-193, ЛВ-176 и др., которые направляются на мастерские лесозаготовительные участки по заявкам мастеров лесозаготовок.

**Передвижная ремонтная мастерская ЛВ-8Б (Т-142Б)** выполнена на шасси автомобиля ЗИЛ-131ИА с лебедкой и состоит из профилактория, внутри которого размещено соответствующее оборудование, и передвижного заправочного агрегата на двухосном прицепе-шасси. В профилактории установлен кран-укосина с электроталью грузоподъемностью 500 кг и имеется выдвижной наружу верстак. С помощью ЛВ-8Б можно выполнять ТО-1 и ТО-2, снятие и установку агрегатов и узлов, доставку их с мастерских участков в РММ и обратно, механизированную заправку машин, диагностические, контрольно-регулирующие, крепежные, сварочные, слесарные работы, а также очистку рабочих жидкостей гидросистем машин непосредственно на местах их эксплуатации. Система отопления профилактория обеспечивает температуру воздуха внутри на рабочих местах не менее плюс

14°С при наружной температуре воздуха минус 40°С. Скорость передвижения мастерской с заправочным агрегатом 50...60 км/ч.

ЛВ-8Б рассчитана на обслуживание 8...10 лесных машин. Ремонтно-обслуживающая бригада состоит из 2-3 человек: слесаря-механика (он же водитель машины и бригадир) и одного-двух слесарей.

**Передвижная ремонтная мастерская ЛВ-193** изготовлена на базе трактора ТЛТ-100А. С ее помощью можно выполнять следующие работы по ТО и ТР: наружную мойку машин из естественного водоема или емкости, определение технического состояния агрегатов и узлов машин, устранение обнаруженных неисправностей, замену узлов и агрегатов машин, регулировочные и сверлильные работы и др.

**Передвижная ремонтная мастерская ЛВ-176** выполнена на базе трактора ТТ-4М и по своему функциональному назначению аналогична ПРМ ЛВ-193. Однако она укомплектована оборудованием и приспособлениями с учетом специфических особенностей техники, работающей на лесозаготовках в регионах Урала и Сибири. Мастерская оснащена обогревательным устройством и грузоподъемным краном с вылетом стрелы 2 м и углом поворота 180°. Состав ремонтно-обслуживающей бригады такой же, как и на ЛВ-8Б.

Для обслуживания гидросистем лесных машин может быть применена передвижная установка ЛВ-170А, выполненная на базе трелевочных тракторов Онежского и Алтайского заводов. На установке можно производить фильтрацию рабочей жидкости и заправку гидросистем, принудительную промывку агрегатов и узлов гидросистемы и системы смазки двигателя и др.

Если на предприятии отсутствуют ПРМ, на мастерских участках организуются передвижные пункты технического обслуживания (ППТО), укомплектованные ремонтно-обслуживающими бригадами из двух-трех человек каждая: бригадира-механика и одного-двух слесарей. На зимний период состав бригады может быть увеличен. Для ППТО в РФ освоен выпуск слесарно-инструментальных мастерских ВО-63 на базе обогревательного домика ЛВ-157. Такая мастерская предназначена для выполнения слесарных работ, хранения запасных частей и инструмента и размещения бригады по ТО и ТР.

Заправка бензиномоторных пил топливом и маслом для смазки пильных аппаратов должна производиться из специальных переносных двухсекционных бачков, которые поставляются вместе с бензопилами. Топливная смесь для бензиномоторных пил готовится централизованно на складе ТСМ лесопункта или ЛЗП. Заправленные ТСМ бачки выдаются ежедневно мотористам бензиномоторных пил перед выездом на лесосеку.

Сложные виды технических уходов, ремонта машин и оборудования, а также ремонт бензиномоторных пил и заточка пильных цепей должны выполняться в ремонтных мастерских ЛЗП. Вальщики ежедневно после работы сдают пильные цепи в мастерскую для заточки и взамен получают подготовленные. Возможна заточка пильных цепей мотористом бензопилы вручную круглым напильником с использованием заточного приспособления.

Перевозка машин для ТО и ремонта в РММ производится на прицепах (трейлерах).

Техническое обслуживание и текущий ремонт машин и механизмов на вахтовых участках производятся силами и средствами вахтового участка. Численный и квалификационный состав ремонтно-обслуживающей бригады вахтового участка зависит от объема и видов работ по техобслуживанию и техническому ремонту.

### **26.2.3. Централизованное техническое обслуживание и ремонт машин и механизмов**

Централизованное техническое обслуживание машин и механизмов организовывается в пределах ЛЗП или лесопункта. Наибольший объем работ по ТО (кроме ЕО) и текущему ремонту (ТР) лесозаготовительных и лесотранспортных машин лесопункта выполняется в РММ, расположенных в поселке лесопункта. Причем ТР в РММ выполняется агрегатным методом, а так же производится ремонт узлов и агрегатов производится в РММ предприятия.

Сущность агрегатного метода ремонта заключается в том, что неисправные узлы и агрегаты машин и оборудования заменяются на исправные, а снятые неисправные узлы и агрегаты отправляются на ремонт в РММ предприятия. После текущего ремонта машина проходит техническое обслуживание на посту ТО, а затем подвергается контролю (диагностике) для проверки качества работ по ТО и ТР.

Техническое обслуживание и ремонт бензиномоторных пил, а также заточка пильных цепей должны производиться на специализированном участке РММ.

Для выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту техники в РММ создаются специализированные комплексные ремонтно-обслуживающие или сквозные комплексные ремонтно-обслуживающие бригады. В состав последних могут входить звенья или группы с передвижными средствами для оперативного выполнения работ по ТО и РТ на местах эксплуатации машин и оборудования. Численный состав рабочих на РММ устанавливают исходя из действующих нормативов трудоемкости технического обслуживания и текущего ремонта.

## 26.3. Заключение

### **Направления совершенствования технологии и техники лесозаготовок в Беларуси**

В числе важнейших проблем, стоящих перед обществом, являются экономия сырьевых и энергетических ресурсов, и охрана окружающей среды. В лесной промышленности Республики Беларусь обусловлены они тем, что качество лесосечного фонда, поступающего в рубку, ухудшается по объективным и субъективным причинам, расстояния вывозки заготовленной древесины постоянно возрастают, а энергоресурсы дорожают, окружающая среда ухудшается из-за постоянного воздействия на нее техногенных и других отрицательных факторов.

Успешному решению этих проблем в лесной промышленности будет способствовать ведение лесного хозяйства и лесопромышленного производства на основе устойчивого лесопользования, лесопользования и в соответствии со стратегическим планом развития лесного хозяйства Республики Беларусь.

Устойчивое лесопользование представляет собой систему управления лесами и лесными ресурсами на принципах постоянства, равномерности, неистощительности и комплексности, обеспечивающую экономически эффективное, экологически ответственное и социально ориентированное лесное хозяйство и лесопользование, сохранение биологического и ландшафтного разнообразия, выполнение лесами многогранных функций на местном, национальном и глобальном уровнях.

Устойчивое лесопользование предусматривает использование лесных ресурсов и извлечение полезных свойств леса в конкретных целях, таким образом, чтобы сохранялись биологическое разнообразие и продуктивность лесов, обеспечивались воспроизводство, жизнеспособность и устойчивость лесов и выполнение ими соответствующих экологических, экономических и социальных функций на местном, региональном и глобальном уровнях.

Стратегический план развития лесного хозяйства Республики Беларусь составлен на период до 2015 г. Он охватывает широкий круг проблем развития лесного хозяйства: совершенствование форм собственности и управления в отрасли, решение экономических задач, развитие образования и лесной науки, техническое совершенствование лесного хозяйства и внедрение передовых технологий, оптимизацию кадрового обеспечения и др. Особое внимание уделено вопросам экологии леса. В его разработке, на ряду со специалистами Беларуси, приняли участие специалисты Финляндии и Швеции.

Успешному решению названных проблем и выполнению намеченных мероприятий по улучшению лесопользования во многом будет способствовать создание и внедрение в производство ресурсосберегающих, в том числе малоотходных и безотходных, экологически чистых технологий и применение для их реализации экономичных и высокопроизводительных машин и механизмов, удовлетворяющих экологическим требованиям и требованиям лесной сертификации. Это и будет определять техническую политику на перспективу в лесной промышленности.

Чтобы повысить эффективность использования лесосырьевых ресурсов и удовлетворить потребности республики в древесном сырье за счет собственных лесов будут создаваться и внедряться в производство ресурсосберегающие технологические процессы, машины и механизмы, отвечающие лесоводственным и экологическим требованиям.

Технология лесозаготовок на рубках главного и промежуточного пользования будет основываться на размерно-качественной характеристике лесонасаждений, поступающих в рубку, складывающейся структуре потребителей древесного сырья, ствольной древесины (сортиментов), щепы и другой продукции.

Причем будут, как правило, применяться узколесосечные рубки с сохранением жизнеспособного подроста и молодняка хозяйственно ценных пород не менее 60%. Преобладающими на рубках главного пользования будут технологии с заготовкой древесины хлыстами и сортиментами с постепенным увеличением объема заготовки сортиментов и поставкой их во двор потребителя. Применение на рубках главного пользования малоотходных технологий лесозаготовок позволит увеличить выход древесного сырья с 1 га в среднем на 8%.

Рубки промежуточного пользования включают рубки ухода за насаждениями и выборочные санитарные рубки. В молодняках до 10 лет будет проводиться осветление, а в возрасте 11...20 лет – прочистка с заготовкой древесного сырья (в основном щепы). В средневозрастных насаждениях будет проводиться прореживание, а в приспевающих – проходная рубка с заготовкой древесины.

Применение малоотходных технологий на рубках промежуточного пользования позволит вовлечь в сферу производства значительное количество неликвидной древесины и таким образом более рационально и полно использовать древесное сырье от рубок ухода и увеличить выход древесного сырья с 1 га в среднем на 12...15%.

Перспективные технологии рубок по главному и промежуточному пользованию определяют типаж и системы машин для их ре-



лизации, а, следовательно, и техническую политику в лесных отраслях республики, и пути оснащения этих отраслей лесозаготовительной техникой. Получит дальнейшее развитие механизация лесосечных работ за счет внедрения в производство более совершенной лесозаготовительной техники на колесной базе, удовлетворяющей экологическим требованиям. Для чего в республике будут продолжены работы по развитию лесного машиностроения, освоению и расширению номенклатуры выпуска современной лесной техники на минских тракторном заводе, ОАО «Амкодор» и некоторых других предприятиях.

В западноевропейских странах, Канаде и некоторых других в ближайшей перспективе будет преобладать технология с заготовкой на лесосеке сортиментов и вывозкой их потребителям. Для механизации работ будут применяться в основном специализированные лесозаготовительные машины (харвестеры, процессоры и др.), исключаящие ручной труд и оснащенные мини-компьютерами.

Успешное решение проблем, стоящих перед лесной отраслью страны будет во многом зависеть от творческой активности и целеустремленности ученых и инженерно-технических работников, их взаимодействия с производственными коллективами.