

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ**  
**СЫКТЫВКАРСКИЙ ЛЕСНОЙ ИНСТИТУТ – ФИЛИАЛ**  
**ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ**  
**ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ**  
**ЛЕСОТЕХНИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ ИМЕНИ С. М. КИРОВА»**

**Кафедра технологии деревообработки**

**ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ**  
**ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Сборник описаний лабораторных работ**  
**для подготовки дипломированного специалиста по направлению**  
**656300 «Технология лесозаготовительных**  
**и деревообрабатывающих производств»**  
**специальности 250401 «Лесоинженерное дело»**

**СЫКТЫВКАР 2007**

УДК 630\*83  
ББК 65.9(2)304.18  
Т38

Рассмотрен и рекомендован к печати кафедрой технологии деревообработки Сыктывкарского лесного института 10 октября 2006 г. (протокол № 2).

Утвержден к печати методической комиссией лесотранспортного факультета Сыктывкарского лесного института 23 октября 2006 г. (протокол № 2).

**Составитель:**

**В.Ф. Свойкин**, кандидат технических наук, доцент

Т38 ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА : сб. описаний лабораторных работ для подготовки дипломированного специалиста по направлению 656300 «Технология лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств» спец. 250401 «Лесоинженерное дело» / сост. В. Ф. Свойкин ; СЛИ. – Сыктывкар, 2007. – 32 с.

УДК 630\*83  
ББК 65.9(2)304.18

Издание содержит тематику, задания и методику выполнения лабораторных работ по специальной дисциплине «Технология и оборудование лесопромышленного производства». Способствует усвоению материала и закреплению знаний, организует самостоятельную работу студентов в процессе лабораторных занятий.

Для студентов специальности 250401 «Лесоинженерное дело».

Темплан 2006/07 учеб. г. Изд. № 320.

\* \* \*  
*Учебное издание*

Составитель Свойкин Владимир Федорович

**ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Сборник описаний лабораторных работ для подготовки дипломированного специалиста по направлению 656300 «Технология лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств» специальности 250401 «Лесоинженерное дело»**

Сыктывкарский лесной институт – филиал государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия имени С. М. Кирова» (СЛИ)  
167982, г. Сыктывкар, ул. Ленина, 39  
[institut@sfi.komi.com](mailto:institut@sfi.komi.com), [www.sli.komi.com](http://www.sli.komi.com)

Подписано в печать 30.10.07. Формат 60 × 90 1/16. Усл. печ. л. 2,0. Тираж 10. Заказ №

Редакционно-издательский отдел СЛИ.  
Отпечатано в типографии СЛИ

© В. Ф. Свойкин, составитель, 2007  
© СЛИ, 2007

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ .....	4
2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСОВ ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ.....	4
Лабораторная работа № 1. ВАЛОЧНО-ПАКЕТИРУЮЩАЯ МАШИНА ЛП-19.....	5
Лабораторная работа № 2. НАТЯЖЕНИЯ ПИЛЬНЫХ ЦЕПЕЙ.....	11
Лабораторная работа № 3. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СОРТИРОВОЧНЫЙ ЛЕСОТРАНСПОРТЕР ЛТ-86А .....	14
Лабораторная работа № 4. МАНИПУЛЯТОРНАЯ СОРТИРОВКА .....	16
Лабораторная работа № 5. ТЕХНОЛОГИЯ ЗАГОТОВКИ СОРТИМЕНТОВ НА ПАСЕКЕ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ВСРМ.....	19
Лабораторная работа № 6. ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН ЛЕСНОГО СКЛАДА .....	21
Лабораторная работа № 7. ШПАЛОРЕЗНЫЙ СТАНОК ЦДТ-6-2.....	27
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	32

## 1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

К лабораторным работам допускаются студенты, получившие инструктаж по технике безопасности.

Для подготовки к выполнению лабораторных работ студенты должны самостоятельно проработать необходимый теоретический материал и записать нужные сведения по выполняемой работе. В начале каждой лабораторной работы проводится контрольный опрос группы, в результате которого преподаватель делает заключение о допуске студента к лабораторной работе. После подготовки рабочего места проводятся непосредственное выполнение работы, обработка результатов и оформление отчета.

Работа считается принятой после предъявления ее преподавателю и оформленная в соответствии с требованиями и последующей защитой.

К работе допускаются студенты после проведения инструктажа по правилам техники безопасности, ознакомившиеся с методическими указаниями и успешно ответившие на контрольные вопросы.

Включение лабораторной установки и управление ее работой проводится только преподавателем или заведующим лабораторией.

## 2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСОВ ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ

Виды занятий	Форма обучения	
	очная	заочная
Всего часов	300	300
В том числе аудиторных	170	42
Из них:		
– лекции	100	24
– лабораторные	52	12
– практические	18	6
Самостоятельная работа	130	258
Курсовая проект	8 сем.	6 курс
Контрольная работа		2 к.р. 5 курс
Зачет		
Экзамен	7, 8 сем.	5, 6 курс

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1**  
**7 часов**  
**ВАЛОЧНО-ПАКЕТИРУЮЩАЯ МАШИНА ЛП-19**

**Цель работы:** изучить технологию работы валочно-пакетирующей машины ЛП-19.

**Задачи работы:** изучить работу ЛП-19 и установить зависимость производительности машины от среднего объема хлыста.

**Обеспечивающие средства:** аудио- и видеоматериалы, стенды, наглядные пособия.

**Задание:** выполнить индивидуальное расчетно-исследовательское задание.

**Требования к отчету**

Отчет должен содержать: 1) краткое описание валочно-пакетирующей машины; 2) исходные данные для расчетов; 3) выводы.

**Технология работы**

**1. Назначение и условия применения валочно-пакетирующей машины ЛП-19А**

Валочно-пакетирующая машина (ВПМ) ЛП-19А (рис. 1.1) предназначена для срезания деревьев и укладки их в пачки. Рекомендуется применять на лесосеках со средним объемом хлыста 0,4–0,8 м<sup>3</sup> с любым породным составом и на местности с крутизной склонов до 8° с количеством валежных и буреломных стволов не более 3–5 % общего числа деревьев. В зимнее время года нормальная работа машин возможна при высоте снежного покрова не более 1 м в диапазоне температур наружного воздуха от –40 до +40 °С.

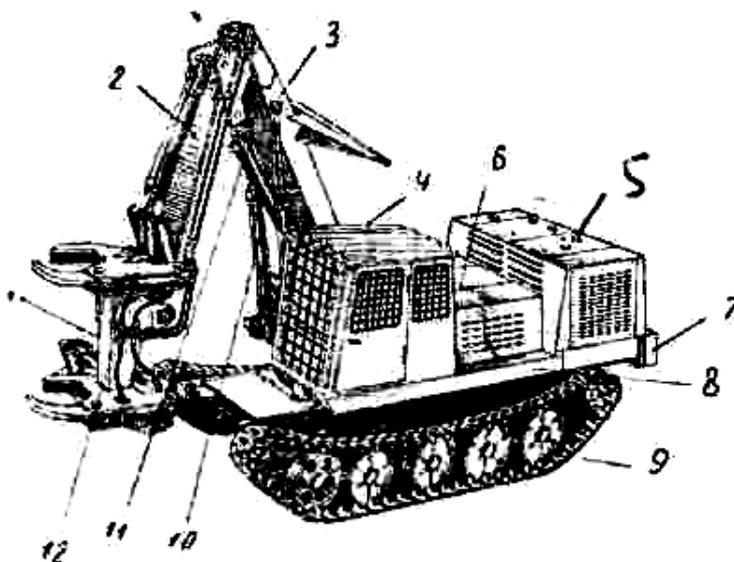
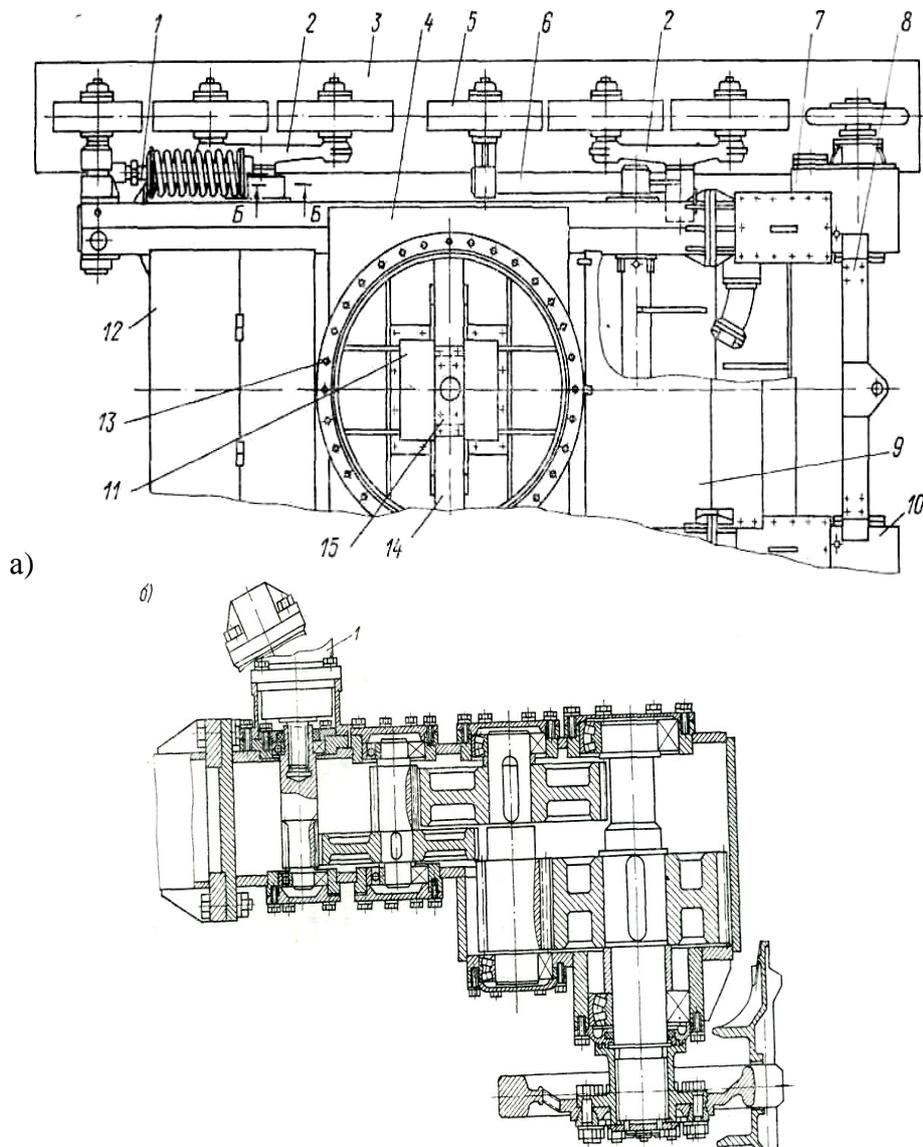


Рис. 1.1. Валочно-пакетирующая машина ЛП-19

**2. Общее устройство и техническая характеристика машины**

ВПМ ЛП-19 изготавливается на базе ходовой системы трелевочного трактора ТТ-4 и гидравлического экскаватора ЭО-4121. Основные механизмы машины: ходовая система 9, поворотная платформа 8 с противовесом 7, кабина машиниста 4, силовая установка 5, гидроманипулятор, состоящий из стрелы 3, рукояти 2 и захватно-срезающего устройства (ЗСУ) 1. Стрела, рукоять и ЗСУ представляют собой технологическое оборудование (рис.1.1).

Ходовая система (рис. 1.2а) служит для обеспечения устойчивого положения поворотной платформы, а также для перемещения машины. В ходовую часть входят: рама 4, левый 10 и правый 7 механизмы передвижения, гусеничный движитель 3, подвеска, включающая балансиры 2, рычаги 6, катки 5 и натяжное устройство 1.



**Рис. 1.2.** Ходовая система машины

Полости рамы ходовой системы закрыты крышками 9, 11, 12. Корпусы механизмов передвижения 7 и 10 соединены балкой 8 для крепления буксирного дышла. Гусеничная цепь, балансиры, ходовые катки, направляющие колеса, ведущие звездочки и стопоры осей балансиров унифицированы с трелевочным трактором ТТ-4.

В верхней части рамы установлено опорное кольцо 13 для монтажа опорно-поворотного устройства. В средней части рамы на поперечной балке 14 имеется монтажная плита 15 для установки центрального гидроколлектора.

Механизмы передвижения, правый и левый (рис. 1.2б), представляют собой трехступенчатые редукторы. На них установлены гидромоторы привода 1 и ведущие звездочки 2.

Опорно-поворотное устройство предназначено для осуществления вращения поворотной платформы относительно ходовой системы. Устройство состоит из зубчатого венца, монтируемого на опорном кольце рамы с помощью 32 болтов, верхней и

нижней обойм, роликов. В постоянном зацеплении с зубчатым венцом находится обегаящая шестерня механизма поворота.

Механизм поворота (рис. 1.3) установлен на поворотной платформе и служит для обеспечения вращения поворотной платформы относительно ходовой системы. Механизм поворота состоит из гидромотора 1, упругой муфты 2, колодочного тормоза 3, редуктора 4, на выходной вал 5 которого насажена обегаящая шестерня 6. При работе механизма поворота шестерня 6 обегает вокруг зубчатого венца, а поворотная платформа машины вращается на роликах относительно ходовой системы. Колодочный тормоз типа ТК-200 с гидравлическим управлением предназначен для стопорения поворотной платформы машины.

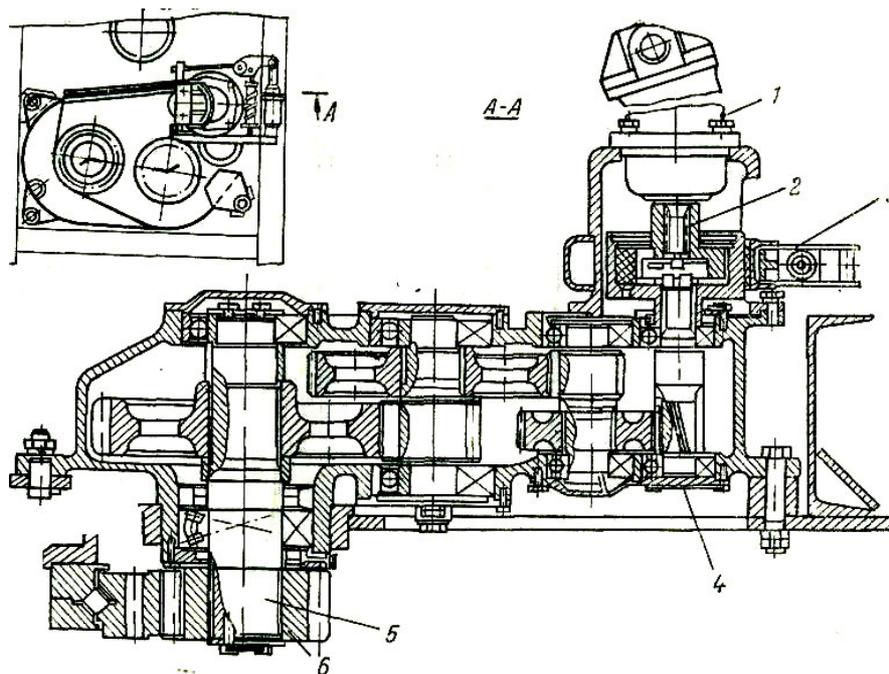


Рис. 1.3. Механизм поворота

Поворотная платформа состоит из рамы, в передней части которой имеются кронштейны для крепления стрелы, а на задней размещена силовая установка. На левой стороне платформы укреплена кабина машиниста оператора. В отсеке 6 (см. рис. 1.1) размещены гидросистема, электрооборудование, топливный бак, механизм поворота, система охлаждения рабочей жидкости. К заднему торцу рамы прикреплен противовес, который вместе с силовой установкой обеспечивает устойчивое положение машины при ее работе. С нижней стороны рама крепится к опорно-поворотному устройству.

Привод всех механизмов, в том числе и ходовой системы, гидравлический. Управление исполнительными механизмами осуществляется гидрораспределителями, которые в свою очередь управляются посредством рычагов и педалей из кабины машиниста.

Электросистема служит для питания контрольных и осветительных приборов, а также вспомогательных устройств.

## 2. Техническая характеристика ЛП-19

Габаритные размеры, мм:

	ширина	3000	
	длина без стрелы	5400	
	длина в транспортном положении	переменная,	ориентировочно
		8000	

	длина при полном вылете стрелы	11500	
	высота без стрелы и при ее полном вылете	3300	
	высота в транспортном положении	переменная,	ориентировочно
		5500	
	База ходовой системы, мм	2880	
	Ширина колеи, мм	2500	
	Дорожный просвет (при погруженных грунтозацепах), мм	490	
	Среднее удельное давление на грунт, кПа	83	
	Тип дизеля, марка	ЯМЗ-238ГМ2	
	Масса, кг	24400	
	Число цилиндров	6	
	Номинальная мощность, кВт	99,3	
	Эксплуатационная мощность	95+3,5	
	Частота коленчатого вала при номинальной и эффективной мощности, мин <sup>-1</sup>	1700±35	
	Удельный расход топлива при эксплуатационной мощности, г/МДж	не более 70	
	Топливо	Дизельное по ГОСТ 4749–73 или ГОСТ 305–73	
	Рабочее давление в гидросистеме, МПа	19,6	
	Пильный аппарат	Цепная пила консольного типа	
	Тип пильной цепи	ПЦУ-30Б	
	Рабочая длина пильного аппарата, см	90	
	Максимальная скорость пильной цепи, м/с	22	
	Вылет стойки ЗСУ, мм:		
	наибольший	8000	
	наименьший	3600	
	Грузоподъемность на наибольшем вылете, кН	30	
	Частота вращения платформы, мин <sup>-1</sup>	6	
	Диаметр ствола дерева в месте захвата, см:		
	наибольший	60	
	наименьший	8	

### 3. Захватно-срезающее устройство

ЗСУ (рис. 1.4, а, б) предназначено для захвата и срезания дерева, а также для удержания его при переносе к месту укладки. Оно шарнирно закреплено на конце рукоятки. Корпус ЗСУ состоит из стойки 6 с проушинами 3 и 19 для соединения с рукоятью и тягами механизма поворота ЗСУ. На концах стойки 6 приварены две опорные призмы – верхняя 1, нижняя 12 с защитной рамой 5 механизма срезания 11. Зевы опорных призм достаточно широки и снабжены зубчатыми гребенками 7. Такая конструкция обеспечивает надежное удержание зажатых деревьев и уменьшает возможность деформации древесины при захвате кривых и наклонно растущих деревьев.

На опорных призмах шарнирно установлены зажимные рычаги 18 и гидроцилиндры для их привода 2. Пальцы 9 шарнирных соединений и зажимных рычагов зафиксированы от проворотов скобами 16. Круглые гайки фиксируют пальцы от осевого перемещения. Пальцы 10 и 13 шарнирных соединений гидроцилиндров с опорными призмами зафиксированы от проворота скобами 15, а от осевого перемещения болтами 14 и 17. Все шарнирные соединения оборудованы пресс-масленками 8. Механизм срезания 11 установлен внутри защитной рамы 5. Снаружи защитной рамы установлен гидромотор 4 привода пильной цепи механизма срезания.

Механизм поворота стойки предназначен для обеспечения вращательного движения ЗСУ в вертикальной плоскости относительно рукоятки. Такое движение обеспечивает наведение ЗСУ на растущее дерево и укладку срезанного дерева в пачку.

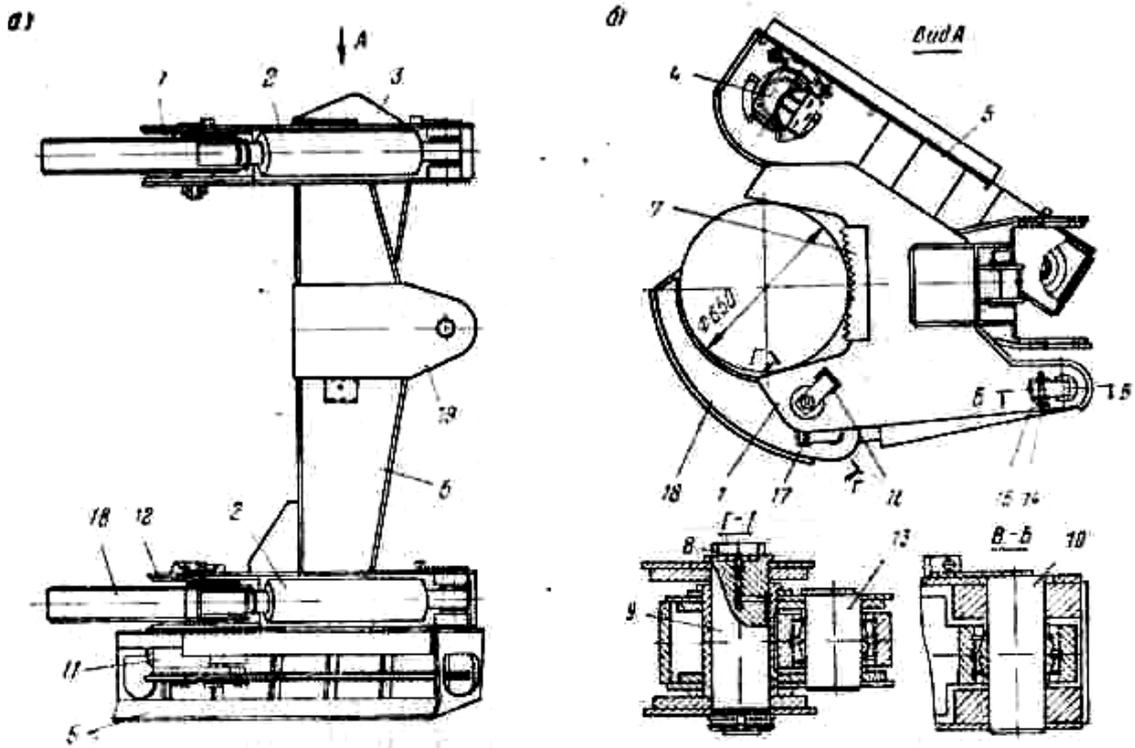


Рис. 1.4. Захватно-срезающее устройство

Механизм срезания служит для спиливания деревьев. Основными частями механизма являются: пильный аппарат, привод подачи пильного аппарата, привод пильной цепи, а также устройство для натяжения пильной цепи и устройство автоматической смазки пильной цепи во время пиления. Основой механизма срезания служит корпус.

В механизме срезания машины ЛП-19 применяется универсальная пильная цепь ПЦУ-30Б седлающего типа с Г-образным режущим зубом. Длина пильной цепи 2880 мм, шаг 30 мм.

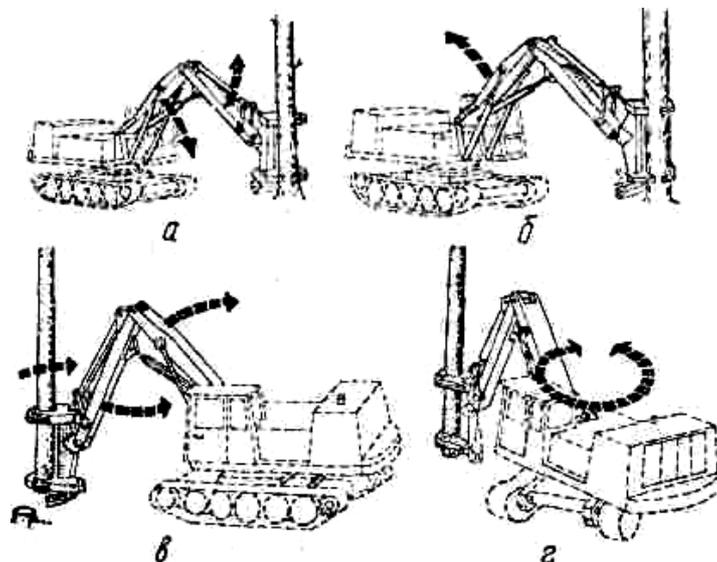
Сегодня выпущена ВПМ ЛП-19 Б2 с харвестерной головкой «Lako». Она может работать как харвестер, т. е. машина может срезать деревья, производить обрезку сучьев и раскряжевывать на круглые лесоматериалы.

#### 4. Выполнение технологических приемов

Технологический цикл при срезании и укладке дерева машиной ЛП-19 складывается из следующих приемов: наводки хватно-срезающего устройства на дерево, зажима дерева, натяжения, срезания, подъема, подтягивания дерева, поворота платформы с деревом, укладки его, порожнего поворота платформы. Кроме того, обязательным элементом являются переезды машины со стоянки на стоянку. Наводка хватно-срезающего устройства на дерево (рис. 1.5а) заключается в перемещении ЗСУ по направлению от машины к дереву (горизонтальная наводка) и установке пильного аппарата на заданную высоту (вертикальная наводка).

Наводка производится одновременным опусканием стрелы и выдвиганием рукоятки. Чтобы легче было срезать дерево, ствол натягивают вверх (рис. 1.5б).

В случае зажима пильного аппарата в резе машинист должен убрать пильный аппарат в исходное положение. Освободить шину от зажима можно осторожным поворотом ЗСУ «от себя». Затем натяжением ствола или поворотами стойки захвата ликвидировать причину зажима и, сместив ЗСУ вдоль ствола вверх на 3—5 см, снова включить механизм срезания.



**Рис. 1.5.** Выполнение основных приемов машины ЛП-19:  
а – наводка; б – натяжение; в – подтягивание дерева; г – поворот с деревом

Подтягивание (рис. 1.5в) является подготовительным приемом, облегчающим поворот платформы с деревом. Подтягивание уменьшает опрокидывающий момент, нагрузку на машину и позволяет устранить сцепление кроны срезанного дерева с растущими деревьями.

Поворот платформы с деревом (рис. 1.5 г) производится на вылете (считая от оси поворота до вертикальной оси дерева) 4–6 м. В процессе поворота машинист должен следить за положением дерева, не допуская чрезмерного его наклона, сцепления с кронами растущих рядом деревьев и касания ЗСУ пней, валежника и других препятствий.

Укладка дерева в пачку заключается в установке гидроманипулятора в плоскости оси пачки, корректировке вылета манипулятора, опрокидывании дерева вершиной «от себя» и сбрасывании его в пачку. Опрокидывается дерево наклоном захватно-срезающего устройства.

При работе машины в рыхлом снегу глубиной до 50 см снег уплотняется опусканием ЗСУ по вертикали вдоль ствола дерева. При более глубоком или более плотном снеге расчистка его у дерева производится либо небольшими поворотами, либо качанием гидроманипулятора с одновременным опусканием ЗСУ.

Переезды машины должны производиться только передним ходом (направляющие колеса впереди, ходовые гидромоторы сзади). Движение машины задним ходом допускается как исключение на небольшие расстояния.

При переездах машина может преодолевать препятствия, если высота их не превышает 0,6 м. Препятствия большей высоты приземляются или отталкиваются гидроманипулятором. Крупные пни, камни и т. п. рекомендуется объезжать. Если нет возможности объехать препятствие, то применяется прием вывешивания машины гидроманипулятором. Этот прием применяется также, когда машина буксует.

#### **Контрольные вопросы**

1. Для чего предназначена ЛП-19?
2. Чем отличается ЛП-19 от харвестера?
3. Для чего необходим ЗСУ?

**Рекомендуемая литература:** [2], [7].

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2**  
**7 часов**  
**НАТЯЖЕНИЯ ПИЛЬНЫХ ЦЕПЕЙ**

**Цель работы:** изучить конструкцию бензопилы.

**Задачи работы:** рассчитать натяжения пильных цепей.

**Обеспечивающие средства:** бензопилы.

**Задание:** выполнить индивидуальное расчетно-исследовательское задание.

**Требования к отчету**

Отчет должен содержать: 1) краткое описание мотоинструментов; 2) расчеты; 3) выводы.

**Теоретическая часть**

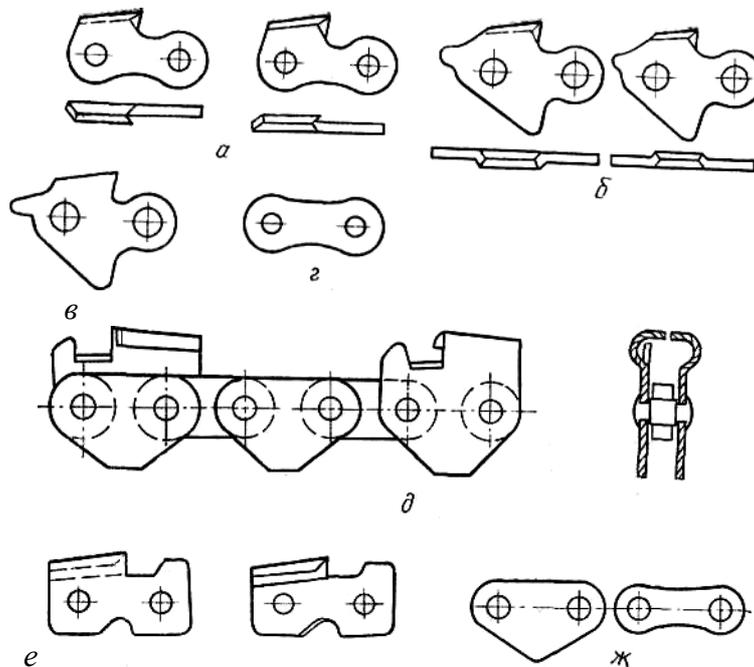
Пильные цепи. Важным элементом пилы является пильная цепь, которой осуществляют пиление. От режущих свойств пильных цепей зависит эффективность применения цепных пил. Это относится к переносным цепным пилам, имеющим ограниченные мощности приводных двигателей.

Пильные цепи (рис. 2.1) могут быть подразделены по следующим признакам:

- по типу зубчатого венца с плоскими зубцами, каждый из которых выполняет определенную работу; с зубцами Г-образного профиля, имеющими сложную форму и выполняющими всю работу по образованию пропила и транспортированию опилок;
- по типу направляющих устройств для направления движения цепи по шине с хвостовиками на средних звеньях цепи, перемещающихся в пазах пильной шины; седлающего типа (рис. 2.1д) с выступами на боковых звеньях, благодаря которым между боковыми звеньями образуются пазы, в них входят направляющие выступы пильной шины;
- по способу соединения звеньев (неразборные, соединенные заклепками, и разборные, соединенные разборными шарнирами);
- по величине шага цепи по заклепкам (мелкозвенные цепи с шагом до 15 мм; крупнозвенные с шагом свыше 15 мм).

На лесозаготовках для переносных цепных пил используется вида мелкозвенных пильных цепей: пильные цепи для полного пиления ПЦП-15М. и универсальные с зубьями Г-образной формы ПЦУ-15 и ПЦУ-10. Чем меньше шаг заклепок, тем выше плавность движения пильной цепи. На срезающих механизмах многооперационных лесозаготовительных машин, имеющих высокие мощности приводных двигателей, используются универсальные пильные цепи ПЦУ-20 и ПЦУ-30, по конструкции аналогичные пильным цепям ПЦУ-15.

Пильные цепи типа ПЦП состоят из правых и левых режущих зубьев, при пилении формирующих боковые стенки пропила (рис. 2.1а); подрезающих зубьев (имеют не все пильные цепи) правых и левых (рис. 2.1б), которые подрезают неслотые волокна и тем самым облегчают внедрение режущих зубьев в древесину; скалывающих зубьев (рис. 2.1в), которые скалывают перерезанные волокна и транспортируют опилки, образуя дно пропила; соединительных звеньев (рис. 2.1г) и заклепок. Скалывающие и подрезающие зубья имеют хвостовики для зацепления с ведущей звездочкой и предотвращения боковых смещений пильной цепи. Они входят в пазы пильной шины.



**Рис. 2.1.** Элементы пильных цепей:

*а* – режущие зубья; *б* – подрезающие зубья; *в* – скалывающий зуб;  
*г* – соединительное звено; *д* – пильная цепь седлающего типа; *е* – строгачные зубья;  
*ж* – соединительное звено и накладки

Седлающая пильная цепь (рис. 2.1д) имеет правый и левый Г-образные зубья и соединительные звенья, расположенные посередине. Зубья, соединительные звенья и накладки шарнирно соединяются заклепками. Выступами Г-образных зубьев и боковых накладок, установленных против каждого зуба, пильная цепь седлат шину, что исключает ее боковые смещения.

Универсальные пильные цепи ПЦУ состоят из правых и левых Г-образных зубьев (рис. 2.1е), образующих боковые стенки и дно пропила; направляющих и соединительных звеньев (рис. 2.1ж) и заклепок, посредством которых соединяются звенья цепи. Г-образные строгачные зубья имеют ограничители подачи, которые транспортируют опилки в пропил. Наличие фасонной режущей кромки у каждого зуба (вертикальной, переходящей в горизонтальную) обеспечивает возможность пиления древесины под любым углом к волокнам, что делает пильную цепь универсальной. Ограничитель подачи снижается на величину, обеспечивающую полное использование мощности двигателя пилы.

### **Технология работы**

Максимальное усилие  $Z_{\max}$  возникающее в пильной цепи

$$Z_{\max} = Z_{\text{зв. max}} + Z_{\text{ц}} + Z_0 + Z_{\text{д}}, \quad (2.1)$$

где  $Z_{\text{зв. max}}$  – максимальное окружное усилие на ведущей звездочке, Н;  $Z_{\text{ц}}$  – натяжение цепи от центробежной силы, Н;  $Z_0$  – монтажное натяжение пильной цепи, Н (для пильных цепей переносных пил  $Z_0 = 150 \dots 200$  Н);  $Z_{\text{д}}$  – динамические силы, возникающие при зацеплении пильной цепи со звездочкой.

Максимальное окружное усилие на ведущей звездочке

$$Z_{\text{зв. max}} = \frac{N_{\text{д}} \cdot \eta_n \cdot c}{v}, \quad (2.2)$$

где  $N_d$  – мощность двигателя, Вт;  $\eta_n$  – КПД устройств, передающих энергию от двигателя к пильной цепи;  $c$  – коэффициент перегрузки двигателя (для двигателей внутреннего сгорания  $c = 1,25$ );  $v$  – скорость резания, м/с.

Скорость резания

$$v = \frac{z \cdot t \cdot n}{60}, \quad (2.3)$$

где  $z$  – число зубьев ведущей звездочки;  $t$  – шаг хвостовиков пильной цепи, входящих в зацепление с ведущей звездочкой, м;  $n$  – частота вращения ведущей звездочки, мин<sup>-1</sup>.

Натяжение пильной цепи от центробежной силы

$$Z_{ц} = m_1 \cdot v^2, \quad (2.4)$$

где  $m_1$  – масса отрезка пильной цепи длиной 1 м, кг.

Динамические силы, возникающие в пильной цепи

$$Z_d = 1,5ml_1 \cdot \omega^2, \quad (2.5)$$

где  $m$  – масса пильной цепи, кг;  $l_1$  – шаг пильной цепи по заклепкам, м;  $\omega$  – угловая скорость ведущей звездочки, с<sup>-1</sup>.

Энергия, вырабатываемая двигателем цепной пилы, расходуется на пиление, преодоление трения пильной цепи о шину и сопротивлений при передаче вращения от вала двигателя к ведущей звездочке. Минимальное натяжение пильной цепи, равное монтажному натяжению, будет в точке сбегания ее с ведущей звездочки, т. е. в точке  $O$ ,  $Z_0$ .

Натяжение пильной цепи в точке 1 ( $Z_1$ ) составит

$$Z_1 = Z_0 + m_1 \cdot g \cdot l_{ш} \cdot \mu, \quad (2.6)$$

где  $m_1$  – масса 1 пог. м пильной цепи, кг;  $g$  – ускорение свободно падающего тела, м/с<sup>2</sup>;  $l_{ш}$  – длина пильной ширины по осям звездочек, м;  $\mu$  – коэффициент трения пильной цепи о шину ( $\mu = 0,20 \dots 0,25$ ).

Натяжение пильной цепи в точке 2 ( $Z_2$ ):

$$Z_1 = (Z_0 + m_1 \cdot g \cdot l_{ш} \cdot \mu)1,08, \quad (2.7)$$

(трение в шарнирах пильной цепи при переходе через холостую звездочку и трение в подшипнике холостой звездочки составляет 8 % от натяжения  $Z_1$ ).

Натяжение в точке 3:

$$Z_3 = Z_2 + P_p + P_u \mu + m_1 \cdot g \cdot l_{ш} \cdot \mu, \quad (2.8)$$

где  $P_p$  – усилие резания, Н;  $P_u$  – усилие отжима, Н;  $P_u = (0,7 \dots 1,0)P_p$  в зависимости от остроты режущих элементов пильной цепи. При расчетах следует принимать  $P_p = P_u$ , так как возможно пиление затупленными пильными цепями.

Так как пила может работать при вертикальном и горизонтальном положениях пильной шины, масса пильной цепи при расчете учитывается полностью (рабочая и холостая ветви)

$$Z_T = Z_3 - Z_0 = P_p + P_u \mu + 2,08 \cdot m_1 \cdot g \cdot l_{ш} \cdot \mu + 0,008 \cdot Z_0. \quad (2.9)$$

Усилие резания  $P_p$  определяется по формуле

$$P_p = k \cdot b \cdot H \frac{u}{v}. \quad (2.10)$$

Мощность двигателя привода цепной пилы

$$N_{\text{п}} = \frac{Z_{\text{т}} \cdot v}{\eta_{\text{п}}}, \quad (2.11)$$

где  $\eta_{\text{п}}$  – КПД передачи от вала двигателя к ведущей звездочке пильного аппарата.

**Контрольные вопросы**

1. Скорость резания.
2. Какой процент трения холостой звездочки?

**Рекомендуемая литература:** [7], [8], [9].

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3**  
8 часов  
**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СОРТИРОВОЧНЫЙ**  
**ЛЕСОТРАНСПОРТЕР ЛТ-86А**

**Цель работы:** изучить конструкцию, принцип работы и схему управления автоматизированного сортировочного лесотранспортера ЛТ-86А.

**Задачи работы:** изучить основные узлы автоматизированного сортировочного лесотранспортера ЛТ-86А.

**Обеспечивающие средства:** наглядные пособия; видеоматериалы.

**Задание:** выполнить индивидуальное расчетно-исследовательское задание.

**Требования к отчету**

Отчет должен содержать: 1) краткое описание лесотранспортера; 2) исходные данные для расчетов; 3) выводы.

**Теоретическая часть**

**1. Назначение и принцип работы**

Автоматизированный сортировочный лесотранспортер ЛТ-86А изготавливают в двух исполнениях: со скоростями тягового органа 0,85 и 1,29 м/с. Он служит для продольного перемещения круглых лесоматериалов с автоматической их сортировкой.

Основанием лесотранспортера является эстакада 4, опирающаяся на железобетонные рамы 5 (рис. 3.1). Лесотранспортер также включает в себя приводное устройство 20, винтовое натяжное устройство 2, тяговую цепь 13 с гравитационными сбрасывателями 12, лесонакопители 16.

Против лесонакопителей расположены ударные механизмы со штангами 17. Управление процессом сортировки и работой лесотранспортера производит оператор, который находится в кабине 10.

Для обслуживания лесотранспортера на эстакаде имеется пешеходный настил 18 с поручнями 3. Флажковый датчик 19 отключает привод лесотранспортера в случае, если какой либо сортимент, вследствие его несброса в свой лесонакопитель, дойдет до конца лесотранспортера. При необходимости привод лесотранспортера может быть отключен с помощью дистанционного выключателя 6. Для управления выключателем служит стальной канатик, свободно пропущенный сквозь скобы 7. Благодаря этому, рабочий, находящийся в любом месте по длине лесотранспортера, может вы-

ключить привод, натянув канатик. Привод вновь включается при повторном натяжении канатика.

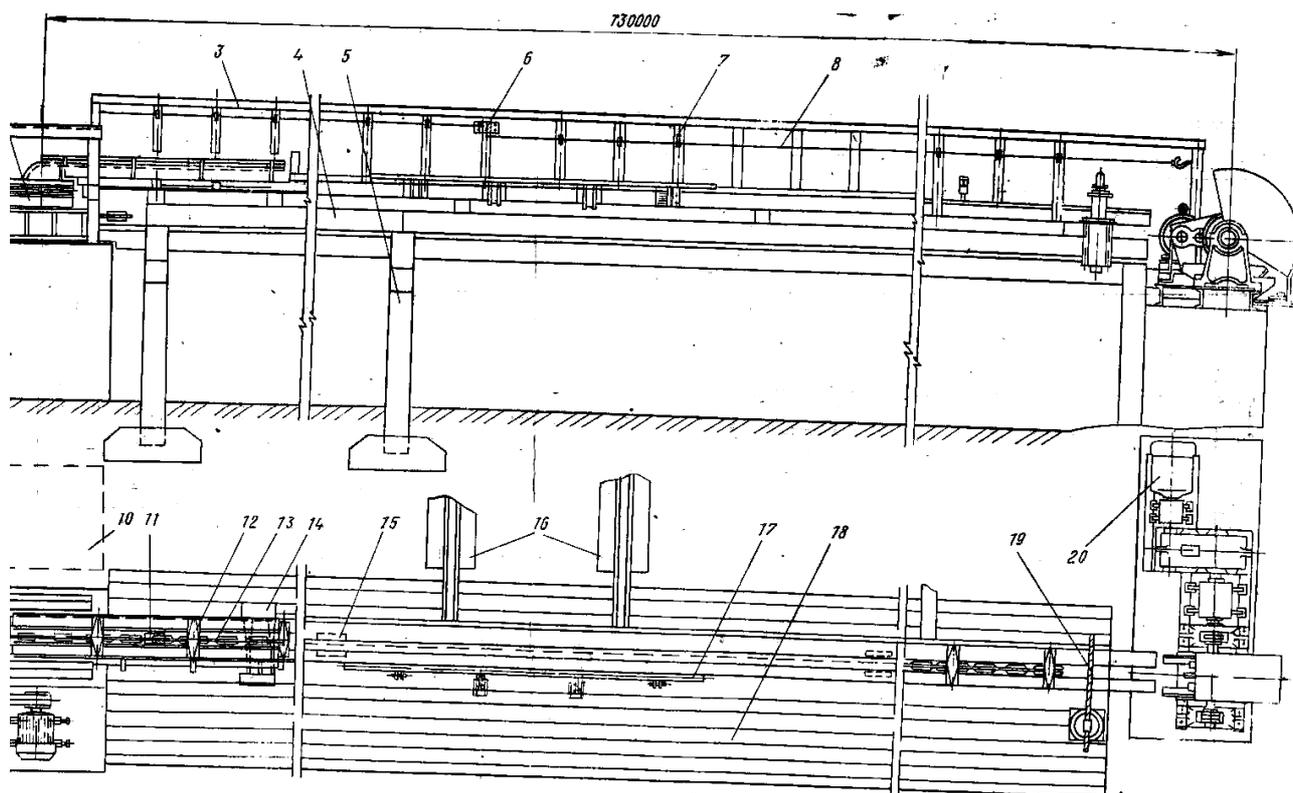


Рис. 3.1. Общий вид лесотранспортера ЛТ-86А

Загрузка лесотранспортера ЛТ-86А в большинстве случаев производится через лесотранспортер Б22У-1, установленный в створе с ЛТ-86А. Для обеспечения надежного перехода бревен на раме натяжного устройства ЛТ-86А установлен неприводной ролик 1 и направляющие борта 9.

Для сброски бревен служат гравитационные бревносбрасыватели – опрокидывающиеся траверсы.

Под действием веса бревна опора стремится опрокинуться, но в рабочем положении ее удерживает защелка, упирающаяся закругленным концом в ролик, смонтированный на нижнем конце опрокидывающейся опоры.

При сброске бревна штанга ударного механизма воздействует одновременно на хвостовики всех траверс, несущих бревно, поворачивая защелки вокруг осей. При этом ролики, обкатываясь по радиусным поверхностям защелок, освобождают опоры. Под действием веса бревна опоры опрокидываются, и бревно скатывается в лесонакопитель. При выходе траверс на нижнюю ветвь лесотранспортера масса верхней части опоры больше нижней, и поэтому при огибании ведущей звездочки возникает момент, который возвращает опору в исходное положение. Упор, с которым взаимодействует при возвращении в исходное положение ролик, ограничивает поворот опоры, а защелка с помощью пружины фиксирует опору в исходном положении.

### **Технология работы**

Задачей экспериментальных исследований является определение величин продольного смещения  $\Delta$  сброшенных бревен различного диаметра с целью проверки результатов теоретических исследований.

Постоянные факторы исследования: длина модельных бревен; скорость тягового устройства; место сброски.

Переменный фактор: диаметр модельных бревен с четырьмя ступенями изменения.

Для бревен наименьшего диаметра ( $d_1$ ) производится пять – шесть сбросок. После каждой сброски на настиле, где останавливается сброшенное бревно, отмечается положение его переднего торца. Средняя из этих отметок, относительно которой будут определяться смещения бревен других диаметров, принимается за нулевую. Затем последовательно производится по пять-шесть сбросок для бревен диаметров  $d_2$ ,  $d_3$  и  $d_4$ . После каждой сброски замеряется величина смещения и для каждой ступени изменения диаметра вычисляется среднее арифметическое значение смещения –  $\Delta_{cp}$ .

Для бревна  $d_1$  за нулевую линию принимается линия, перпендикулярная продольной оси лесотранспортера и проходящая через ось качания упора.

По окончании исследований бригада студентов, проводившая исследования, представляет отчет, в который должны быть включены:

- формулировка задачи исследования, а также краткое описание методики его проведения и конструкции установки;
- ведомость с результатами замеров, составленная по следующей форме:

Номер опыта	Величина смещения $\Delta$ (м) бревен диаметром (м)			
	$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_4$
1				
2				
3				
...				
$N$				
$\Sigma$				
$\Delta_{ср} = \frac{\Sigma}{n}$				
$\Delta_{теор}$				

- графики зависимости  $\Delta_{cp} = f(d)$  по данным, указанным в ведомости;
- анализ причин, вызывающих изменение смещения бревен при исследованиях и пути уменьшения величины смещения.

#### **Контрольные вопросы**

1. Для чего служит лесотранспортер ЛТ-86А?
2. Общее устройство ЛТ-86А.

**Рекомендуемая литература:** [6], [7].

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4**

### 8 часов

### **МАНИПУЛЯТОРНАЯ СОРТИРОВКА**

**Цель работы:** изучить технологическую схему сортировочно-пакетирующей установки.

**Задачи работы:** установить зависимость производительности манипулятора от среднего объема перемещаемой им пачки.

**Обеспечивающие средства:** гидроманипулятор в лаборатории № 4-2; наглядные пособия.

**Задание:** выполнить индивидуальное расчетно-исследовательское задание.

### **Требования к отчету**

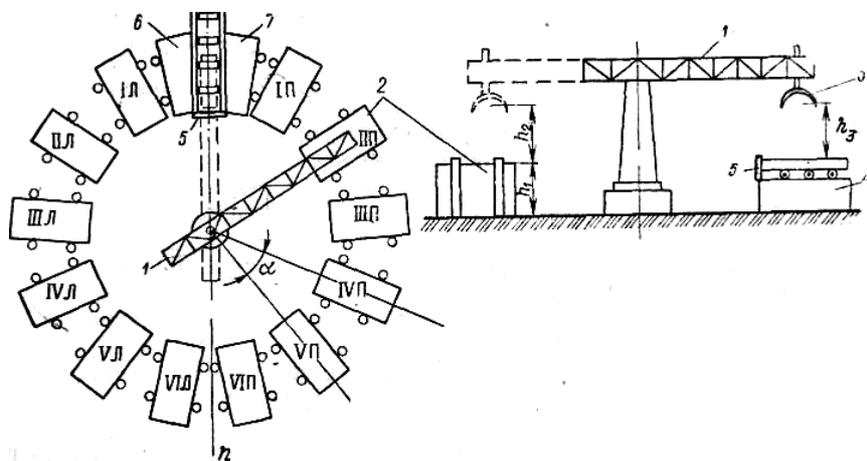
Отчет должен содержать: 1) краткое описание схему установки; 2) исходные данные для расчетов; 3) расчеты; 4) сделать выводы.

### **Теоретическая часть**

#### **1. Технологическая схема сортировочно-пакетирующего участка манипулятором.**

Производительность манипуляторов зависит от среднего объема сортиментов, поэтому их применение эффективно при сортировке крупномерных сортиментов или при одновременном захвате нескольких одноименных сортиментов малого объема. Целесообразно также с целью сокращения времени цикла исключить передвижение манипулятора.

В свете этих требований представляет интерес предлагаемая технологическая схема сортировочно-пакетирующего участка с манипулятором (рис. 4.1), работающим по программам.



**Рис. 4.1.** Схема сортировочно-пакетирующего участка с манипулятором

Бревна на сортировку подаются питателем 4, представляющем собой рольганг с ограничительным щитом 5 на конце. По обе стороны рольганга расположены промежуточные емкости 6 и 7, куда сбрасываются после выравнивания торцов о щит два вида сортиментов, имеющих наибольший выход. Эти сортименты забираются из емкостей небольшими пачками. Остальные сортименты захватываются манипулятором 1 поштучно непосредственно на питателе.

Манипулятор, изображенный на рис. 1 сортировочной установки обслуживает 12 лесонакопителей 2. Шесть лесонакопителей I П – VI П расположены справа от оси  $n - n$ , другие шесть I Л – VI Л – слева. Лесонакопители размещены по окружности на равном расстоянии друг от друга и имеют одинаковую ширину.

В исходном положении стрела манипулятора находится над питателем, захват 3 поднят с полностью раскрытыми челюстями. Поскольку торцы всех бревен выравниваются по ограничительному щиту 5, а клещевой захват не передвигается вдоль оси стрелы, то любой сортимент, находящийся на питателе или в емкости, захватывается челюстями на одинаковом расстоянии от его переднего торца. Благодаря этому обеспечивается автоматическое выравнивание торцов бревен при укладке их в лесонакопители.

Другой особенностью данной технологической схемы является автоматизация процесса сортировки – пакетирования, что обусловлено постоянством взаимного расположения манипулятора, питателя и лесонакопителей, а также возможностью контроля и фиксации угла поворота манипулятора и величины вертикальных перемещений клещевого захвата. Оператор вводит в систему автоматического управления информацию о месте захвата груза (питатель или номер промежуточной емкости) и месте его укладки (номер лесонакопителя), а все остальные операции выполняются автоматически.

Автоматизированный манипулятор имеет три механизма, работающие в автоматическом режиме: подъем и опускание захвата, смыкание и размыкание челюстей, вращения стрелы. Первые два имеют гидравлический привод, а повороты стрелы осуществляются от реверсивного электродвигателя, приводящего во вращение опорную колонну (см. рис. 4.1) вместе со стрелой.

### ***Технология работы***

Студенты должны выполнить исследовательскую работу по установлению зависимости производительности ( $\Pi$ ) манипулятора от среднего объема ( $V$ ) перемещаемой им пачки.

Производительность манипулятора определяется для технологической схемы с кольцевым расположением лесонакопителей для трех различных объемов пачки, которые указываются преподавателем.

По результатам расчетов строится график зависимости  $\Pi = f(V)$ , который вместе с расчетами сдается преподавателю.

Ниже приводится методика определения производительности.

Сменная производительность ( $\Pi_{см}$ ) манипулятора на сортировке пакетирования определяется по формуле

$$\Pi_{см} = \frac{T_{см} \cdot 3600 \cdot \varphi \cdot V}{T}, \quad (4.1)$$

где  $T_{см}$  – число часов в смену;  $\varphi$  – коэффициент использования рабочего времени;  $V$  – средний объем пачки, перемещаемой манипулятором, м<sup>3</sup>;  $T$  – время цикла на подачу в лесонакопитель одной пачки, с.

Время цикла складывается из отрезков времени на выполнение следующих операций:  $T_1$  – опускание захвата на бревно, лежащее на питателе;  $T_2$  – смыкание челюстей;  $T_3 = T_1$  – подъем захвата с бревном;  $T_4$  – поворот стрелы от положения над питателем в положение над заказанным лесонакопителем;  $T_5$  – опускание бревна в лесонакопитель;  $T_6 = T_2$  – размыкание челюстей;  $T_7 = T_5$  – подъем захвата;  $T_8 = T_4$  – поворот стрелы в исходное положение;  $T_{авт}$  – время на срабатывание элементов системы автоматического управления (САУ).

Отсюда следует, что время цикла ( $T$ ) можно переписать в виде

$$T = 2(T_1 + T_2 + T_4 + T_5) = T_{авт}. \quad (4.2)$$

Величины, входящие в выражение (4.2), определяются по формулам

$$T_1 = \frac{h_3}{v_1}, \quad (4.3)$$

где  $h_3$  – расстояние от захвата до бревна среднего диаметра ( $d_{ср}$ ), находящегося на питателе, м;  $v_1$  – скорость опускания и подъема захвата, м/с;

$$T_2 = \frac{c}{x_2}, \quad (4.4)$$

где  $c$  – величина смыкания челюстей при захвате бревна  $d_{cp}$ , м;  $v_2$  – скорость смыкания и размыкания челюстей, м/с;

$$T_4 = \frac{60 \cdot \alpha_{cp}}{\omega}, \quad (4.5)$$

где  $\alpha_{cp}$  – средневзвешенный угол поворота манипулятора, рад;  $\omega$  – угловая скорость вращения манипулятора, 1/мин;

$$T_5 = \frac{h_1 + 2h_2}{2x_1}, \quad (4.6)$$

где  $h_1$  – высота полностью загруженного лесонакопителя, м;  $h_2$  – расстояние от захвата до верхнего уровня бревен в заполненном лесонакопителе, м;

$$T_{авт} = nt_{авт}, \quad (4.7)$$

где  $n$  – число операций, выполняемых манипулятором за один цикл;  $t_{авт}$  – среднее время на срабатывание воспринимающих, передающих и исполнительных элементов САУ при выполнении одной операции, с.

Постоянные значения имеют следующие величины: ход челюстей захвата  $c = 0,3$  м; число операций за один цикл  $n = 8$ ; среднее время на срабатывание элементов САУ  $t_{авт} = 0,15$  с; высота полностью загруженного лесонакопителя  $h_1 = 2,0$  м; расстояние от захвата до бревна на питателе ( $h_3$ ) или до верхнего уровня бревен в лесонакопителе ( $h_2$ )  $h_2 = h_3 = 0,6$  м; коэффициент использования рабочего времени  $\varphi_2 = 0,85$ ; число часов работы в смену  $T_{см} = 7$ .

#### **Контрольные вопросы**

1. Назначение манипулятора.
2. Общее устройство установки.

*Рекомендуемая литература:* [6], [8].

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5**

7 часов

### **ТЕХНОЛОГИЯ ЗАГОТОВКИ СОРТИМЕНТОВ НА ПАСЕКЕ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ВСРМ**

**Цель работы:** подсчитать сменную производительность.

**Задачи работы:** изучить технологию заготовки сортиментов на пасеке; рассчитать производительность ВСРМ.

**Обеспечивающие средства:** стенд; наглядные материалы.

**Задание:** выполнить индивидуальное расчетно-исследовательское задание.

#### **Требования к отчету**

Отчет должен содержать: 1) краткое описание заготовки сортиментов на пасеке и производительность ВСРМ; 2) исходные данные для расчетов; 3) расчеты; 4) выводы.

### Технология работы

Часовая производительность ВСРМ (м<sup>3</sup>) находится из выражения  $\Pi = \frac{3600 \cdot A}{T}$  при  $A = V_i$ , а время цикла валки дерева, очистки с него сучьев и раскряжевки хлыста – по уравнению

$$T = t_{д.п} + t_{пр} + t_p + t_{п.р} + t_{п.л.} = t_{д.п.} + \frac{l_x}{v_{п}} + \frac{\pi \cdot d^2 n_{п}}{4 \Pi_{ч.п.} \cdot \phi_3} + \frac{10^4 \cdot V_i}{\Delta \cdot v \cdot g \cdot k_i} + \frac{10^4 \cdot V_i \cdot c}{\Delta \cdot v \cdot g \cdot k_i},$$

где  $t_{д.п}$  – время доставки манипулятором ВСРГ (валочно-сучкорезно-раскряжевочной головки) к дереву, захвата, сталкивания дерева с пня и подтаскивания его к месту обработки ( $t_{д.п} = 20-40$  с);  $t_{пр}$  – время протаскивания дерева через сучкорезные ножи, с;  $t_p$  – время спиливания и раскряжевки, с;  $t_{п.р}$  – время перехода между рабочими позициями (пачками) в расчете на одно дерево, с;  $v_{п}$  – скорость протаскивания дерева при обрезке сучьев через ВСРГ, м/с;  $d$  – средний диаметр ствола, м;  $n_{п}$  – число пропилов при раскряжевке, включая спиливание  $n = \frac{l_x - l_B}{l_c} + 1$ ;  $\Pi_{ч.п}$  – производительность чистого пиления цепной пилой

ВСРГ, м<sup>2</sup>/с;  $\phi_{ч.п}$  – коэффициент использования производительности чистого пиления ( $\phi_{ч.п} = 0,7-0,7$ );  $v$  – скорость движения ВСРМ по лесосеке, м/с;  $l_{л}$  – длина ленты, м;  $c$  – расстояние перехода между лентами (при челночной схеме  $c = \Delta$ ), м.

Сменную производительность можно подсчитать по формуле

$$\Pi_{см} = \frac{3600 \cdot A}{T} \cdot m \cdot \phi_1 = \Pi_{ч} \cdot m \cdot \phi_1.$$

### Пример расчета

Рассчитать производительность ВСРМ PONSSE при  $v_{п} = 4,5$  м/с,  $t_{д.п} = 30$  с,  $\Pi_{ч.п} = 0,03$  м<sup>2</sup>/с (для расчетов по другим маркам рекомендуется  $\Pi_{ч.п} = 0,02-0,06$  м<sup>2</sup>/с),  $\phi_3 = 0,55$ ,  $\Delta = 2R \cdot \psi = 2 \cdot 10 \cdot 0,9 = 18$  м ( $R$  – максимальный вылет манипулятора, м;  $\psi$  – коэффициент использования максимального вылета манипулятора). ВСРМ движется по лесосеке челночным способом ( $\Delta = c = 18$  м) со скоростью  $v = 0,4$  м/с при длине ленты  $l = 250$  м.

По формуле  $n = \frac{l_x - l_B}{l_c} + 1$  находим число поперечных пропилов хлыста при вал-

ке и раскряжевке при средней длине сортимента  $l_c = 4$  м;  $n_n = \frac{20 - 2,0}{4} + 1 = 5,5$ .

Время на обработку одного дерева

$$T = 30 + \frac{20}{4,5} + \frac{3,14 \cdot 0,25^2 \cdot 5,5}{4 \cdot 0,03 \cdot 0,55} + \frac{10^4 \cdot 0,33}{18 \cdot 0,4 \cdot 200 \cdot 0,35} + \frac{10^4 \cdot 0,33 \cdot 18}{250 \cdot 18 \cdot 0,4 \cdot 200 \cdot 0,35} = 57,5 \text{ с.}$$

$$\Pi_{ч} = \frac{3600 \cdot 0,33}{61,6} = 20,7 \text{ м}^3; \Pi_{см} = 19,3 \cdot 0,85 \cdot 8 = 140 \text{ м}^3.$$

### Контрольные вопросы

1. Технологические схемы работы ВСРМ и СРМ.
2. Производительность машин.
3. Обеспечение безопасности работ при раскряжевке хлыстов.

Рекомендуемая литература: [7], [8], [9].

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6**  
8 часов  
**ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН ЛЕСНОГО СКЛАДА**

**Цель работы:** составить генеральный план прирельсового нижнего склада с годовым грузооборотом 100 тыс. куб.

**Задачи работы:** спроектировать нижний склад.

**Обеспечивающие средства:** типовые проекты нижних складов; стенд «Нижний склад ООО «Сыктывдинского ЛПК»».

**Задание:** вычертить генеральный план нижнего склада.

**Требования к отчету**

Отчет должен содержать: 1) краткое описание типов нижних складов; 2) генеральный план прирельсового нижнего склада с годовым грузооборотом 100 тыс. куб.

**Технология работы**

**1. Типовые схемы нижних складов**

При проектировании часто используют типовые решения, что способствует ускорению и сокращению стоимости проектирования и удешевлению самого строительства, так как создает широкую возможность применения стандартизации и типизации зданий, отдельных конструктивных элементов, т. е. способствует применению индустриальных методов строительства.

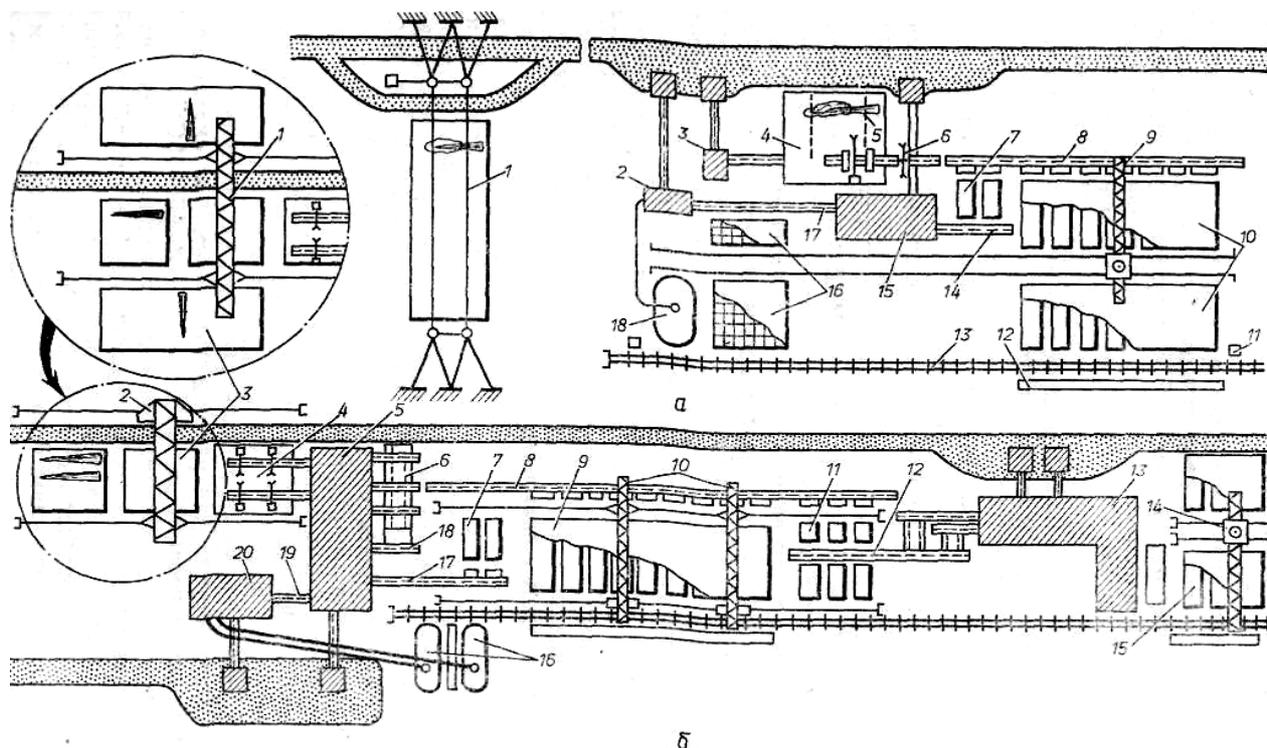
Проектирование лесного склада начинается с составления режима его работы; при этом устанавливают в целом и по каждому сортименту годовые и суточные объемы поступления сырья на склад, его переработки, выхода готовой продукции и отгрузки ее со склада. Далее выбирают оптимальный вариант технологического процесса (способ выгрузки, разделки хлыстов, сортировки сортиментов), определяют число и назначение цехов по обработке лесоматериалов, размещение запасов леса, погрузочных тупиков и т. п. Затем выбирают типы и подсчитывают необходимое количество технологического оборудования (по нормам или расчетам), после чего разрабатывают технологические схемы участков и цехов. Далее определяют площади, необходимые для размещения сезонных, резервных и межоперационных запасов сырья, полуфабрикатов и готовой продукции; для этого рассчитывают величину этих запасов, выбирают типы и размеры штабелей и определяют их число, учитывают все разрывы между штабелями и группами штабелей, противопожарные разрывы. Затем вычерчивают генеральный план склада с учетом внутрискладских транспортных путей, взаимного расположения цехов, уборки отходов и мусора и т. д. При проектировании склада обязательно следует учитывать правила пожарной безопасности, охраны труда, сохранения окружающей среды, гражданской обороны.

При рассмотрении нескольких вариантов выбирают оптимальный по наилучшим технико-экономическим показателям, важнейшими из которых являются: производительность труда, приведенные затраты, срок окупаемости капиталовложений.

Технологические схемы лесных нижних складов. Общие типовые технологические схемы нижних складов разработаны ЦНИИМЭ и Гипролестрансом для различных годовых грузооборотов, среднего объема хлыста, породного состава насаждений, степени переработки лесоматериалов и комплексного использования древесины и ряда других факторов. Технологические схемы нижних складов komponуют из отдель-

ных поточных линий, участков и цехов. В зависимости от местных условий эта компоновка может быть самой разнообразной.

В качестве примера рассмотрим технологическую схему нижнего прирельсового склада с годовым грузооборотом 75...100 тыс. м<sup>3</sup> при вывозке деревьев (рис. 6.1).



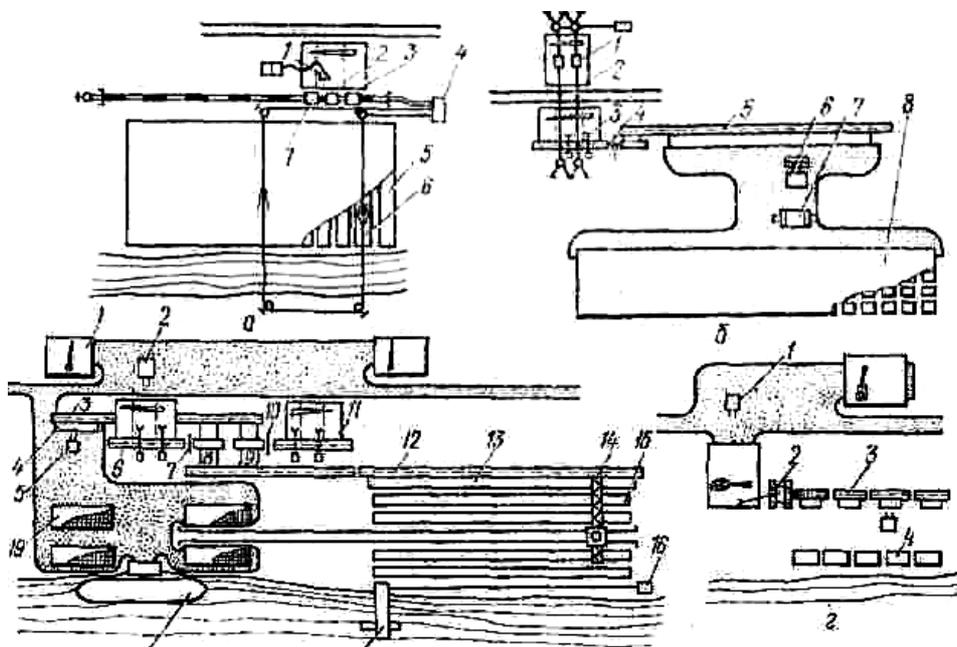
**Рис. 6.1.** Схема прирельсового нижнего склада на базе системы машин 1НС с годовым грузооборотом 75...100 тыс. куб

За основу принимаем систему машин 1НС, так как грузооборот склада небольшой и можно вести индивидуальную раскряжевку хлыстов как хвойных, так и лиственных пород. Выгрузку деревьев с автопоездов осуществляют разгрузочно-растаскивающей установкой 5 (РРУ-10М) на площадку 4, обрезку сучьев и раскряжевку хлыстов сучкорезно-раскряжевочной установкой 6 (ЛО-30), сортировку круглых лесоматериалов по лесонакопителям лесотранспортером 8 (ЛТ-86). На штабелевке и погрузке в вагоны деловых круглых сортиментов используют башенный кран 9 (КБ-572). Штабеля 10 укладывают по обе стороны крана. Вагоны по железнодорожному тупику 13 перемещаются маневровой лебедкой 11 с канатно-блочной системой. Для безопасной погрузки вдоль тупика устраивают эстакаду 12. Низкокачественная древесина поступает в штабеля 7 и транспортером 14 подается в цех 15 для переработки. Готовая продукция из цеха выносится транспортером 17 и укладывается в штабеля 16. Этим же транспортером выносится из цеха древесина, поступающая в цех 2 для переработки на технологическую щепу, которая пневмотранспортной установкой подается в кучу 18. Сучья и вершины от установки ЛО-30 подаются на рубительную машину ДУ-2А, установленную в цехе 3. Сезонный запас деревьев создается и хранится на промежуточном складе, обслуживаемом кабельным краном 1 (КК-20).

Рассмотрим некоторые технологические схемы береговых складов.

Склад с молевым сплавом леса грузооборотом 40... тыс. м<sup>3</sup> в год (рис. 6.2а) с поставкой на склад хлыстов. Пачку хлыстов с лесовозных автопоездов выгружают на приемную площадку 3 при помощи разгрузочно-растаскивающей установки 2 (РРУ-10М). Хлысты раскряжевывают электропилами 1; на этой же площадке выполняют и

пролыску тонкомерных сортиментов. Для сортировки бревен по штабелям 5 пользуют вагонеточный транспортер 7. Перемещение вагонеток по рельсовому пути производится при помощи лебедки 4 (ГИМЛ). Этой же лебедкой при помощи канатно-блочной системы 6 выполняют штабелевку лесоматериалов, а в период сплава сброску их на воду при сортировке лесоматериалов лесотранспортером.



**Рис. 6.2.** Схемы береговых нижних складов:

а – с штабелевкой лебедками; б – с береговой плоткой; в – с штабелевкой башенными кранами; г – с передвижными сучкорезно-раскряжевочными установками

Схема склада с береговой плоткой грузооборотом 90...100 тыс. м<sup>3</sup> в год с поставкой на склад хлыстов показана на рис. 6.2б.

Выгрузку хлыстов с автопоездов производят кабельным краном 1 (КК-20) на разделочную площадку 3 и в штабеля запаса 2. Раскряжевка хлыстов осуществляется автоматизированной установкой 4 (ЛО-15С), а сортировка лесоматериалов продольным сортировочным транспортером 5 (Б22У-1). Пачки сортиментов из лесонакопителей забирают сплотно-транспортным агрегатом 6 и отвозят на плотбище 8. По пути на плотбище торцы бревен в захватах агрегата выравнивают на стационарном торцовочном станке 7.

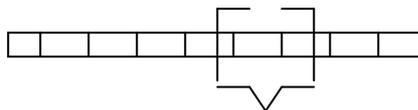
Рассмотрим береговой склад с годовым грузооборотом 150...200 тыс. м<sup>3</sup> (рис. 6.2б) с поставкой на склад хлыстов. Пачки хлыстов с автопоездов выгружают большегрузными колесными лесоразгрузчиками 2 и укладывают на приемные площадки 6 и 11 или подают в штабеля / запаса хлыстов. При помощи растаскивателей (РХ-2 или РД-2) хлысты подают к раскряжевочным установкам 7 и 10 (ЛО-15С). Полученные сортименты поступают в буферные магазины 8 и 9 (ЛТ-80), из которых их поштучно подают на сортировочный лесотранспортер 12 и сортируют по лесонакопителям 13. Пучки из лесонакопителей башенным краном 14 (КБ-572) укладывают в штабеля 15. В летний период пучки из штабелей этим же краном подают на тележку наклонного рельсового пути 17 и канатно-блочной системой с приводом от лебедки спускаются на воду. (Помимо рельсового пути применяют лотки, которые в берега реки перемещаются лебедкой 16.) На воде проводят формирование секций и плотов, которые буксируют потребителям.

Короткие сортименты выносятся транспортерами 3 в лесонакопители 4, из которых автопогрузчиком 5 подаются на склад коротья 19 или непосредственно в суда 18. На погрузке коротья в суда используют также кран 14.

На складах большой протяженности (рис. 6.2г) применяют передвижные сучкорезно-раскряжевочные установки 2 (ЛО-30) и секционные сортировочные лесотранспортеры 3, которые перемещаются вдоль фронта штабелей 4 по мере их заполнения. Выгрузка автолесовозных поездов и укладка деревьев к сучкорезно-раскряжевочной установке и в запас проводятся челюстными погрузчиками 1.

## 2. Условные обозначения для генеральных планов нижних складов

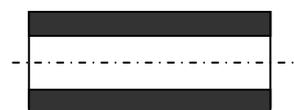
Существующая ширококолейная железная дорога с железобетонным переездом



Проектируемая ширококолейная железная дорога с переездом с деревянным настилом



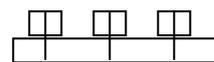
Автомобильная дорога с обочиной



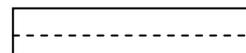
Автомобильная дорога с твердым покрытием (асфальт, бетон и т.д)



Продольный сортировочный лесотранспортер с автоматическими сбрасывателями и лесонакопителями



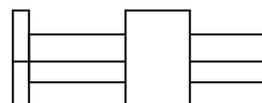
Ленточный транспортер



Скребковый транспортер



Вагонетка с канатной тягой



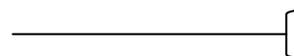
Секционный транспортер



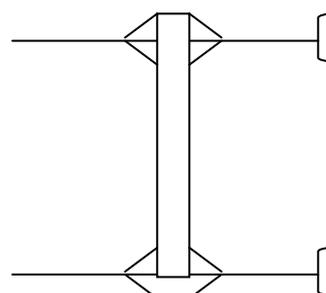
Поворотный круг



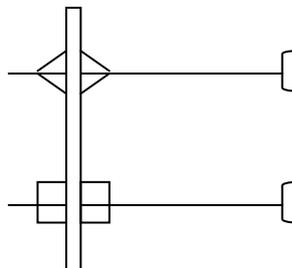
Конец рельсового пути с упором



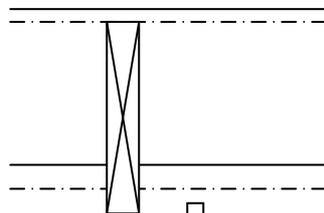
Козловой кран



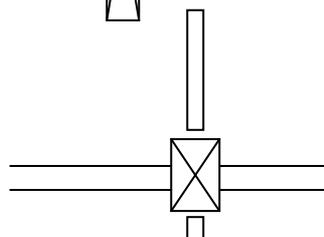
Консольно-козловой кран



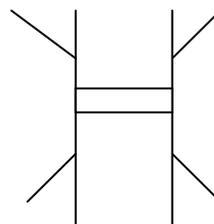
Мостовой кран



Башенный кран



Кабельный кран

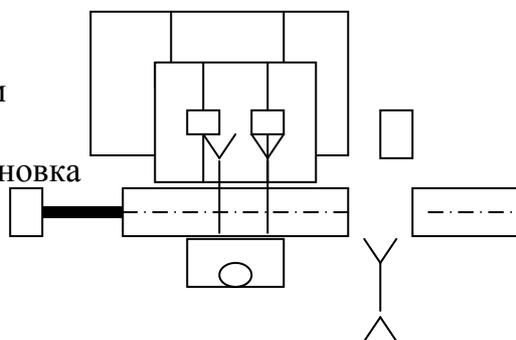


Надземная инженерная сеть (линия пневмотранспорта, трубопроводы и т.д.)

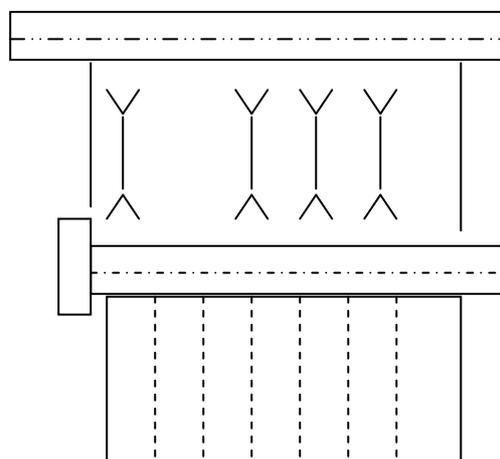


Площадка с растаскивающим или разгрузочно-растаскивающим устройством

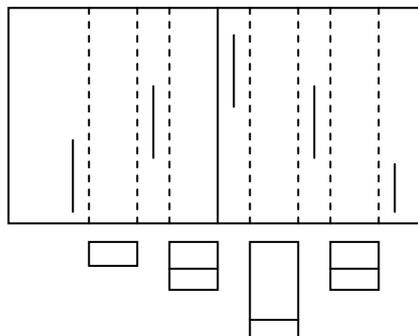
Автоматизированная раскрывочная установка марки ЛО-15С



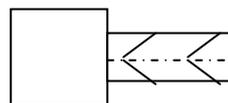
Раскрывочная установка типа «триммер»



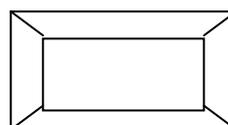
Раскряжевочная установка типа «слешер»



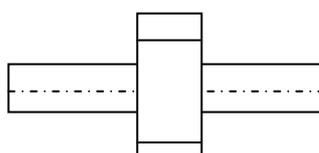
Бункер для отходов



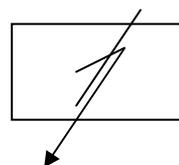
Пожарный водоем



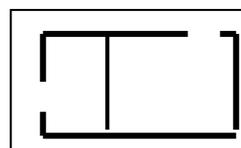
Переходный мостик



Трансформаторная подстанция



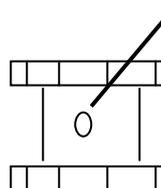
Здание (сооружение) наземное с указанием отместки и количества этажей



Зеленые насаждения



Погрузчик-штабелер



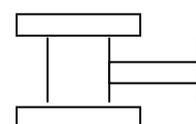
Автопогрузчик



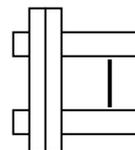
Аккумуляторный погрузчик



Тракторный толкатель

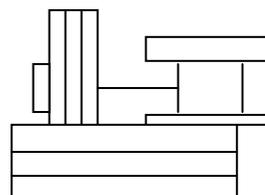


Лесоштабелер



Транспортно-штабелевочный агрегат

Скиповый погрузчик



### **Контрольные вопросы**

1. Какие нижние склады бывают в зависимости от вида отгружаемой продукции?
2. Что такое береговой склад?
3. Что такое прирельсовый склад?

**Рекомендуемая литература:** [1], [4].

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7** 7 часов **ШПАЛОРЕЗНЫЙ СТАНОК ЦДТ-6-2**

**Цель работы:** изучить конструкцию, принцип работы и схему управления шпалорезного станка ЦДТ-6-2.

**Задачи работы:** изучить основные узлы шпалорезного станка ЦДТ-6-2.

**Обеспечивающие средства:** аудио- и видеоматериалы; наглядные пособия; принципиальные схемы.

**Задание:** выполнить индивидуальное расчетно-исследовательское задание.

### **Требования к отчету**

1. Краткое описание установки.
2. Исходные данные для расчетов.
3. Расчеты.
4. Сделать выводы.

### **Технология работы**

#### **1. Назначение и принцип работы**

Шпалорезные станки предназначены для распиловки шпальных кряжей на шпалы широкой и узкой колеи, бревен на переводные брусья, а также на брусья и доски для нужд предприятия. Кроме того, они часто применяются для развала кряжей на пластины и двухкантные брусья в тарных цехах.

Для производства шпал могут использоваться сосна, ель, пихта, лиственница, кедр, береза, бук.

На однопильном шпалорезном станке ЦДТ-6-2 можно распиливать кряжи кряжи диаметром до 0,5 м.

При распиловке кряжей на шпалы и брусья подача кряжа на пилу осуществляется на тележке, перемещающейся по рельсовому пути с помощью канатной тяги. В процессе пиления кряж удерживается на тележке с помощью механизма зажима. Толщина отпиливаемой части определяется положением кряжа на тележке по отно-

шению к плоскости пилы и схемой раскроя для данного диаметра кряжа. Поперечное перемещение осуществляется с помощью специального механизма поперечного перемещения. При необходимости совершения пропила в плоскости, расположенной под углом 90 и 180° по отношению к предыдущему пропилу, кряж должен быть повернут на тележке на соответствующий угол. Поворот кряжа при этом обычно сопровождается поперечным его перемещением и осуществляется с помощью кантователя бревен. В момент поворота зажимное устройство освобождает кряж.

Количество и величина поперечных перемещений кряжа к пиле или от пилы, число поворотов и соответствующее число зажимов определяются схемой раскроя кряжа.

Загрузка кряжа на тележку, его поперечное перемещение, повороты и зажимы производятся тогда, когда тележка находится в исходном положении перед пилой до начала рабочего хода. В процессе возврата тележки после совершения очередного пропила (холостой ход) может осуществляться только поперечное перемещение кряжа в сторону от пилы.

Отпиленные горбыли и доски удаляются от пилы коротким ленточным транспортером или приводными роликами. Готовая шпала после совершения последнего пропила сбрасывается с тележки за пилой на выносной транспортер для шпал с помощью механизма поперечного перемещения.

## **2. Техническая характеристика шпалорезного станка ЦДТ-6-2**

Диаметр пилы, м	1,25
Длина распиливаемых бревен, м	1,6...6,5
Наибольшая высота пропила, м	0,5
Частота вращения пилы, об/мин	980
Скорость движения тележки, м/с:	
- рабочий ход	до 1,33
- холостой ход	до 2,00
Длина рельсового пути, м	15,0
Ширина колеи, м	0,935
Количество стоек с зажимами, всего, шт.	3
Усилие зажима на одном крюке, Н	885
Скорость поперечного перемещения стоек, м/с	0,1 и 0,01
Мощность двигателей, кВт:	
- пилы	40
- механизма зажима	2,2
- механизма поперечного перемещения	2,2

## **3. Шпалорезный станок ЦДТ-6-2**

Устройство станка и принцип его работы надо изучить по серийному образцу.

Станок ЦДТ-6-2 состоит из следующих узлов:

- 1) пильной группы;
- 2) тележки;
- 3) рельсового пути;
- 4) системы управления.

Пильная группа включает в себя пильный механизм, механизм привода передвижения тележки, ленточный транспортер, смонтированные на раме (рис. 7.1).

Режущим органом пильного механизма является круглая пила 1, закрепленная с помощью зажимных шайб 2 на пильном валу 3, установленном в шариковых подшипниках 4. Подшипники вала крепятся на раме 5 пильной группы. С помощью регу-

лировочных болтов 6 они позволяют перемещать пильный вал в горизонтальной плоскости. Прокладки под подшипники позволяют регулировать вал в вертикальной плоскости. Пильный вал с помощью муфты 7 соединяется с валом электродвигателя пилы 8. Для повышения кинетической энергии вращающихся масс пильного механизма и устранения возможности резкого снижения оборотов пилы при увеличении нагрузки в системе привода пилы предусмотрен маховик 9.

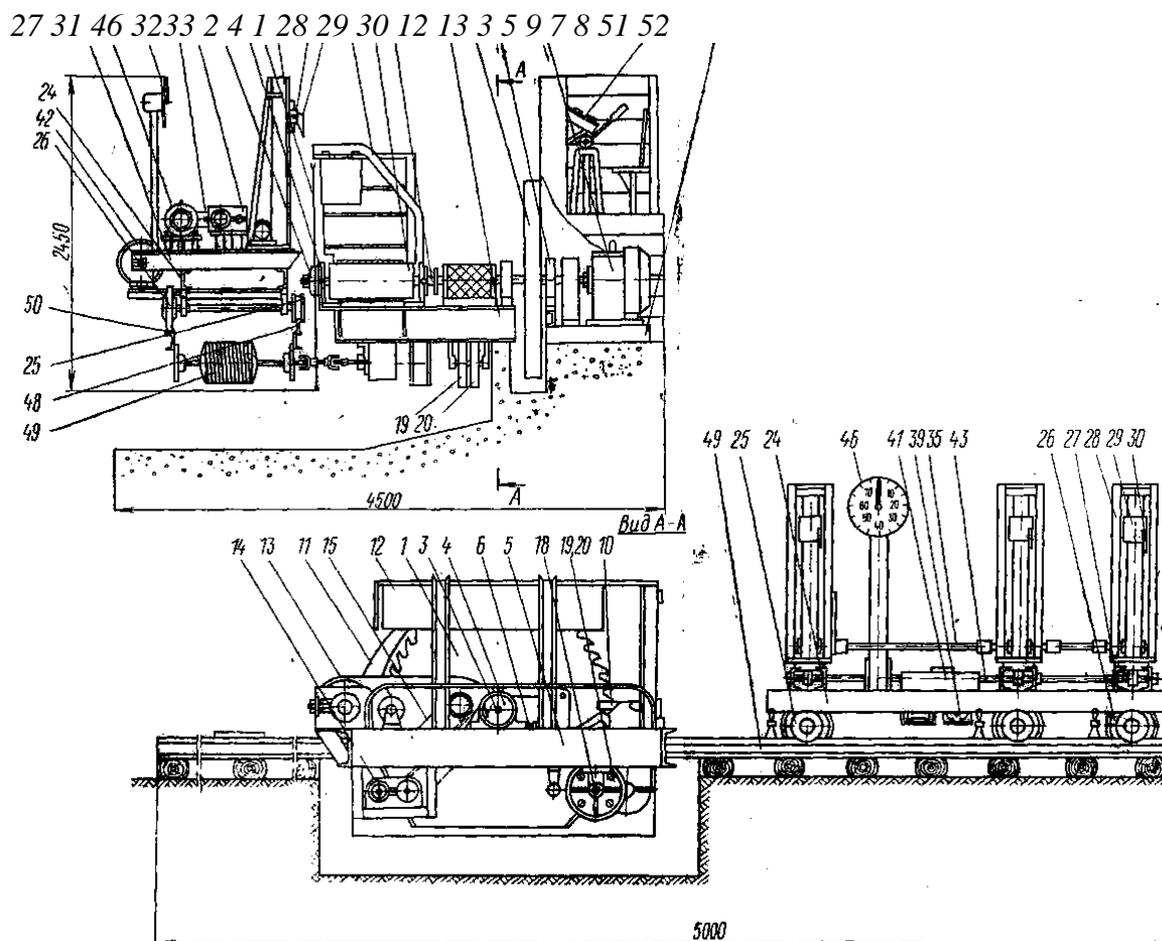


Рис. 7.1. Общий вид станка ЦДТ-6-2

Для устранения вибрации пилы при снижении ее оборотов к раме пильной группы крепятся антивибраторы 10 (см. рис. 7.2).

За пильным диском по ходу подачи на раме закреплен расклинивающий нож 11, находящийся на расстоянии 10–20 мм от зубчатого венца пилы. Он устанавливается так, чтобы отжимать отпиливаемую часть (горбыль, доску), не касаясь остающейся на тележке части бревна.

Для обеспечения рабочих, находящихся около станка, пильный диск закрыт ограждением 12, установленном на раме пильной группы. Элементы ограждения, соприкасающиеся с распиливаемым бревном, установлены шарнирно и имеют конечные выключатели.

Ленточный транспортер 13 предназначен для выноса отпиленных горбылей и досок от пильного диска и передачи их на выносной транспортер.

Он состоит из ведущего барабана, холостого барабана и прорезиненной ленты. Транспортер включает привод пильного вала, на котором установлен специальный шкив, через плоскоремennую передачу, редуктор 14 и цепную передачу 15.

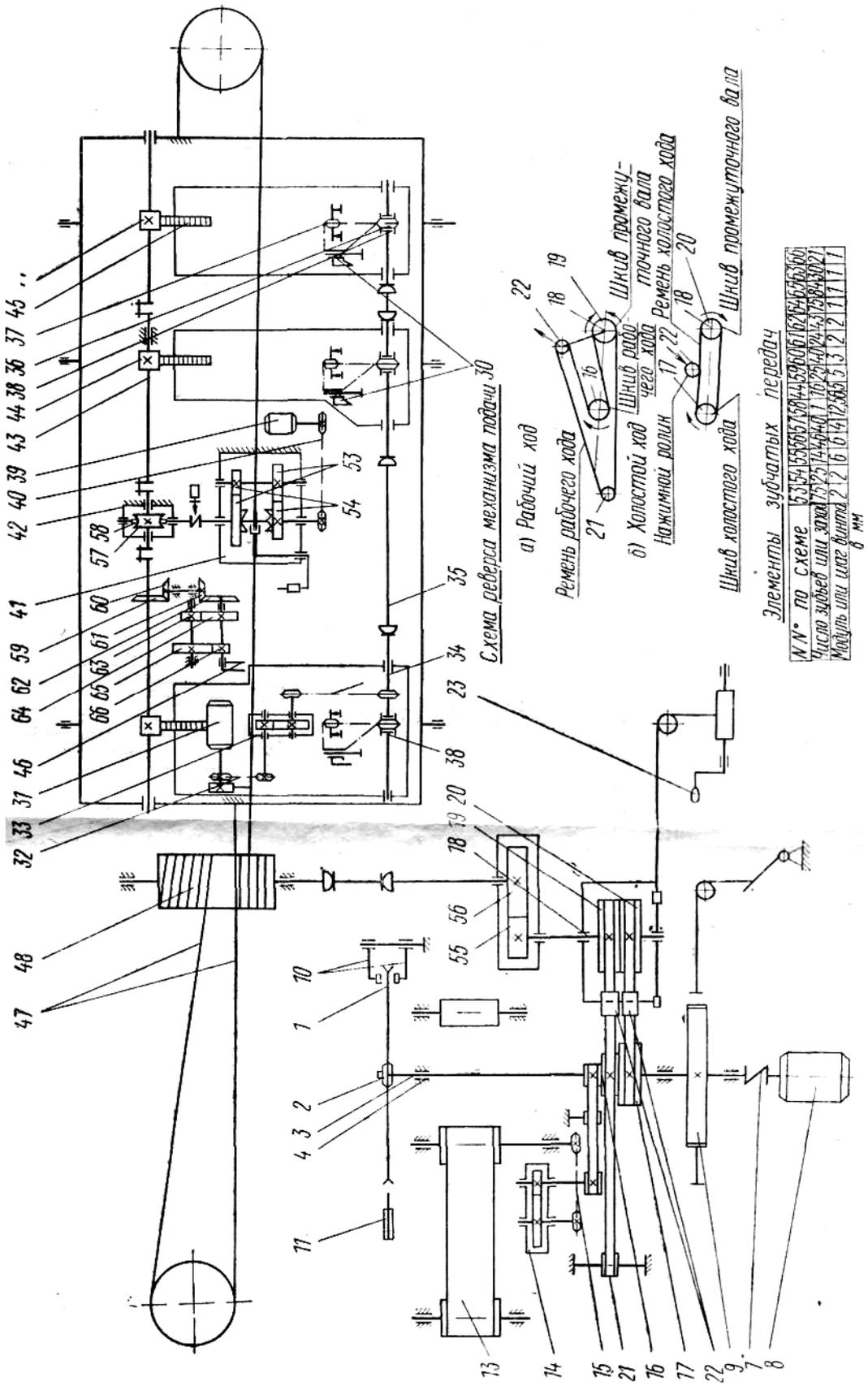


Рис. 7.2. Кинематическая схема станка ЦДТ-6-2

У станка ЦДТ-6-2 привод передвижения тележки осуществляется от пильного вала, т. е. от двигателя пилы. Для этого на пильном валу закреплены два шкива для плоскоремennых передач рабочего 16 и холостого ходов тележки (см. рис. 7.2). Так как скорости рабочего и холостого ходов тележки разные, то и шкивы 16 и 17, сидящие на пильном валу, имеют разные диаметры. Передача движения от пильного вала на промежуточный вал 18 осуществляется ремнями при рабочем ходе тележки через шкив 19, а при холостом ходе через шкив 20.

Для изменения направления движения тележки при рабочем ходе в системе ремennой передачи применен дополнительный шкив 21. Включение рабочего или холостого хода тележки осуществляется за счет натяжения того или иного ремня перемещением двух натяжных роликов (лениксов) 22, установленных на одной оси в общей раме, соединенной с рычагом управления подачей тележки. Оператор, перемещая рычагом 23 управления рамку с нажимными роликами в ту или иную сторону, натягивает ремень рабочего и холостого хода тележки.

Это позволяет регулировать скорость перемещения тележки. То есть скорость подачи бревна на пилу, бесступенчато от нуля до предельного значения. Максимальное значение скорости подачи зависит от мощности двигателя, высоты пропила и физико-механических свойств древесины.

Тележка станка состоит из основной и вспомогательной частей. Тележка имеет сварную раму 24, установленную на полускатах, два механизма зажима и систему поперечного перемещения бревен. На полускатах тележки колеса 25, установленных ближе к пиле, снабжены ребордами и движутся по направляющему рельсу 49, а вторые колеса 26 имеют гладкий обод и движутся по поддерживающему рельсу 50.

Механизм зажима состоит из лежек 27, закрепленных на раме тележки, вертикальных стоек 28 с перемещающимися по ним рамками 29 с крюками 30.

Привод рамок с крюками осуществляется от электродвигателя 31 через цепь 32, цепную передачу 34 и вал 35.

На валу 35 и вертикальных стойках 28 посажены звездочки 36 и 37, огибаемые цепью. Концы цепей крепятся сверху и снизу к рамкам 29. Звездочки 36 соединены с валом через муфты предельного момента 38. Муфты предельного момента предохраняют двигатель 31 от перегрузок и обеспечивают необходимую величину усилия зажима бревен.

Поперечное перемещение кряжа, закрепленного крюками, осуществляется от электродвигателя 39 через цепную передачу 40, двухскоростной редуктор 41, червячный редуктор 42, вал 43 и реечную передачу. На валу 43 закреплены шестерни 44, находящиеся в зацеплении с рейками 45, соединенными с вертикальными стойками 28. Между редукторами 41 и 42 установлен нормально замкнутый ленточный тормоз, выключение которого осуществляется однофазным электромагнитом. Переключение скоростей редуктора 41 также производится электромагнитом.

Величина перемещения кряжа показывается на двухстрелочном циферблате 46 в сантиметрах при большей скорости и миллиметрах при малой скорости перемещения кряжа.

Перемещение тележки осуществляется канатом 47 от барабана 48. Канат огибает концевые блоки и крепится к раме тележки.

Пульт управления 51 вынесен из зоны возможного вылета отпиливаемого материала и смонтирован на специальной раме 52. На пульте имеются: рычаг управления движением тележки, рычаг тормоза пилы, кнопки включения двигателя пильного механизма, двигателей поперечного перемещения и зажима бревен.

#### 4. Расчет основных параметров станка ЦДТ-6-2

Исходные данные для выполнения расчетного задания студент выбирает из таблицы по последним цифрам номера своей зачетной книжки.

Показатели	Сумма двух последних цифр номера зачетной книжки	Номер варианта (по последней цифре номера зачетной книжки)									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Схема раскроя	чет.	1а	1б	1б	1а	1б	1б	1а	1б	1б	1а
	нечет.	1б	1б	1а	1б	1б	1а	1б	1б	1а	1а
Диаметр кряжа, $d$ , см	чет.	28	38	34	36	28	32	40	30	28	28
	нечет.	36	40	30	40	40	34	36	34	34	32

Исходные данные для заданного варианта берутся из вертикальной колонки с учетом суммы последних двух цифр номера зачетной книжки.

В исходных данных задания приведены только основные показатели, а остальные данные (если они необходимы) принимаются по аналогии с существующими серийными моделями однотипных станков.

#### Контрольные вопросы

1. Для чего предназначен станок ЦДТ-6-2?
2. Принцип работы станка.

*Рекомендуемая литература:* [1], [2], [5].

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Заллегаллер, Б. Г.* Технология и оборудование лесных складов [Текст] : учебник / Б. Г. Заллегаллер, П. В. Ласточкин, С. Л. Бойков. – М. : Лесн. пром-сть, 1984. – 345 с.
2. *Кочегаров, В. Г.* Технология и машины лесных работ [Текст] : учебник / В. Г. Кочегаров, Ю. А. Бит. – М. : Лесн. пром-сть, 1990. – 390 с.
3. *Кочегаров, В. Г.* Оборудование для лесосечных работ и материалы для технологических расчетов [Текст] / В. Г. Кочегаров [и др.]. – Л. : ЛТА, 1989. – 105 с.
4. *Ласточкин, П. В.* Оборудование для лесоскладских работ и материалы для технологических расчетов [Текст] / П. В. Ласточкин [и др.]. – Л. : ЛТА, 1990. – 11 с.
5. *Машины и технология лесосечных и лесоскладских работ [Текст]. Т. III. Конструкции машин / под ред. В. Ф. Бессупова.* – Л. : ЛТА, 1975. – 64 с.
6. *Плотников, В. Л.* Технология и оборудование лесозаготовительных предприятий [Текст] : учеб. пособие по курсовому проектированию / В. Л. Плотников. – Л. : ЛТА, 1990. – 72 с.
7. *Шелгунов, Ю. В.* Машины и оборудование лесозаготовок, лесосплава и лесного хозяйства [Текст] : учебник / Ю. В. Шелгунов [и др.]. – М. : Лесн. пром-сть, 1982. – 519 с.
8. *Ширнин, Ю. А.* Основы моделирования и синтез схем автоматического управления лесосечными машинами [Текст] : учеб. пособие / Ю. А. Ширнин, Ю. А. Овчинников. – Йошкар-Ола : МарПИ, 1990. – 116 с.
9. *Ширнин, Ю. А.* Технология и эффективность рубок с естественным возобновлением леса [Текст] : учеб. пособие / Ю. А. Ширнин, Е. И. Успенский, А. С. Белосусов. – Йошкар-Ола : МарПИ, 1991. – 100 с.