



Б.Е. Меньшиков
Е.В. Курдышева

**ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ
ЛЕСНЫХ СКЛАДОВ
И ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ
ЦЕХОВ**

Екатеринбург
2017

Электронный архив УГЛТУ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра технологии и оборудования лесопромышленного производства

Б.Е. Меньшиков

Е.В. Курдышева

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ЛЕСНЫХ СКЛАДОВ И ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕХОВ

Учебно-методическое пособие
к выполнению лабораторных работ
для бакалавров очной и заочной форм обучения
по направлению 35.03.02 «Технология лесозаготовительных
и деревоперерабатывающих производств»;
профиль «Лесоинженерное дело»

Екатеринбург
2017

Электронный архив УГЛТУ

Печатается по рекомендации методической комиссии ИЛБиДС.
Протокол № 1 от 15 сентября 2016 г.

Рецензент – В.А. Азаренок, д-р с.-х. наук профессор

Редактор Ленская А.Л.

Оператор компьютерной верстки Газеева Е.А.

Подписано в печать 31.10.17		Поз. 39
Плоская печать	Формат 60x84 1/16	Тираж 10 экз.
Заказ №	Печ. л. 2,56	Цена

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

Введение

Учебно-методическое пособие составлено для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Технология и оборудование лесных складов и деревообрабатывающих цехов», которая является одной из основных дисциплин в процессе обучения и формирования знаний и умений обучающегося в области лесоинженерного дела. Технологические процессы лесных складов лесопромышленных предприятий весьма разнообразны и зависят от многих природно-производственных факторов. Основными из них являются вид и породный состав поступающего на склад сырья (хлысты или сортименты), процентное соотношение хвойных и лиственных пород, средний объем хлыстов, назначение и средние размеры сортиментов, режим работы лесного склада и др. Умение анализировать эти факторы и исследовать их влияние на составляющие технологических процессов является основой для выбора оптимальных решений при проектировании и строительстве лесных складов. Учебно-методическое пособие включает три лабораторные работы по исследованию и расчету основных подъемно-транспортных и технологических операций, которые выполняются на лесопромышленных складах.

Первая лабораторная работа включает проектирование склада сырья, т.е. разгрузки хлыстов, прибывающих из лесосеки, и создания их сезонных запасов. Вторая работа посвящена определению потребности в подъемно-транспортном оборудовании для выполнения на лесном складе грузовых операций с круглыми лесоматериалами, а третья – исследованию технологических потоков по их раскрывке и сортировке.

Знания, полученные в процессе выполнения этих лабораторных работ, умение применять их при исследовании технологических процессов лесных складов успешно могут использоваться обучающимися в процессе выполнения курсовой и выпускной квалификационной работ.

Лабораторная работа 1

Проектирование склада сырья лесопромышленного предприятия

1.1. Цель и содержание работы

Цель работы заключается в том, чтобы научиться:

- строить и анализировать интегральные графики режима работы нижних лесопромышленных складов по поступлению хлыстов и их раскряжевке;
- определять максимальный объем сезонного запаса хлыстов;
- обоснованно выбирать оборудование для выполнения подъемно-транспортных операций;
- определять площади и составлять технологическую схему склада сырья лесопромышленного предприятия;
- исследовать влияние режима работы нижнего лесопромышленного склада на размеры сезонных запасов хлыстов.

Содержание работы:

- ознакомиться с системами машин и оборудования, которые применяются для разгрузки и создания запаса хлыстов;
- изучить основные природно-производственные факторы, влияющие на выбор оборудования для разгрузки и создания запаса хлыстов;
- записать исходные данные для выполнения лабораторной работы (Приложение 1.1);
- построить интегральный график работы нижнего лесопромышленного склада по поступлению хлыстов и их раскряжевке;
- подобрать соответственно исходным данным оборудование для разгрузки и создания запаса хлыстов;
- рассчитать площадь и начертить схему склада для разгрузки и создания запаса хлыстов (Приложения 1.2, 1.3);
- провести анализ полученных графиков режима работы нижнего лесопромышленного склада и сделать соответствующие выводы по лабораторной работе.

Для выполнения лабораторной работы необходимы:

- исходные данные по заданному варианту природно-производственных условий работы нижнего лесопромышленного склада;
- справочные материалы по нормам проектирования складов лесоматериалов, конспект лекций, учебное пособие «Малые нижние лесопромышленные склады» [1], приложения к лабораторной работе.

1.2. Основные сведения

Для обеспечения бесперебойной работы нижнего лесопромышленного склада на период прекращения вывозки хлыстов из лесосек создаются сезонные запасы. На выбор технологии и оборудования для разгрузки хлыстов с лесовозного подвижного состава и создания их резервного запаса влияют следующие основные факторы:

- 1) годовой грузооборот нижнего лесопромышленного склада;
- 2) тип лесовозной дороги;
- 3) планируемый режим работы нижнего лесопромышленного склада.

О влиянии каждого из этих факторов на выбор оборудования для создания запаса хлыстов и требуемых складских площадей подробно рассказано в учебниках и учебных пособиях [1, 2].

Годовой грузооборот склада (Q , тыс. м³) характеризует фактический объем лесоматериалов, обрабатываемых на складе в течение года. По величине годового грузооборота лесосклады делятся на несколько категорий [1]. В зависимости от него выбирается технологическое и транспортное оборудование для выполнения лесоскладских работ.

Тип лесовозной дороги в значительной степени определяет режим работы по поступлению в течение года. В настоящее время преобладает вывозка древесины по лесовозным автомобильным дорогам, которые подразделяются на дороги сезонного и круглогодочного действия. Тип лесовозной дороги обуславливает степень неравномерности поступления сырья на склад или вообще временное, сезонное прекращение вывозки. Равномерная вывозка леса из лесосеки на нижний склад в течение всего года при любых условиях практически не осуществима, требует значительных затрат труда и приводит к износу лесотранспортных машин, разрушению автомобильных дорог. Практически на всех лесозаготовительных предприятиях в зимний период года вывозится из лесосеки значительно больше сырья, чем в летний период.

Режим работы нижнего лесопромышленного склада характеризует сроки и объемы поступления древесного сырья и его обработки, а также сроки и объемы отгрузки готовой продукции. Обычно режим работы представляется в виде интегральных графиков поступления и обработки лесоматериалов.

Сроки и объемы поступления древесного сырья на нижний лесопромышленный склад зависят от типа лесовозной дороги. Представленные в исходных данных сроки вывозки хлыстов и сезонных перерывов являются усредненными. В различных природно-производственных условиях работы лесопромышленного предприятия эти значения разные. В каждом случае сезонные запасы хлыстов определяются методом оптимизации с учетом математической модели функционирования нижнего лесопромышленного склада [3].

Раскряжевка хлыстов на нижнем складе может производиться как равномерно в течение года, так и неравномерно, это может быть связано с целым рядом причин – невозможностью длительного хранения в летний период хлыстов лиственных пород, проведением на нижнем складе ремонтных работ и т.п.

1.3. Порядок выполнения лабораторной работы

1.3.1. Оформление исходных данных

В соответствии с номером варианта задания записать в отчет по лабораторной работе исходные данные на проектирование склада сырья (первый и второй режимы) (Приложение 1.1):

- годовой грузооборот нижнего лесопромышленного склада ($Q_{\text{год}}$, тыс. м³);
- планируемые календарное время и объемы вывозки хлыстов в зимний период;
- планируемые календарное время и объемы вывозки хлыстов в летний период;
- календарное время и продолжительность весенней и осенней распутицы;
- планируемый режим раскряжевки хлыстов в течение года.

1.3.2. Построение интегральных графиков работы нижнего лесопромышленного склада по поступлению хлыстов и их раскряжке

Для построения интегральных графиков первоначально необходимо провести расчеты по среднемесячным объемам поступления и раскряжевке хлыстов в зимний и летний периоды.

Среднемесячный объем поступления хлыстов на нижний лесопромышленный склад в зимний период ($Q_{с.м.з}$, тыс. м³) определяется по формуле

$$Q_{с.м.з} = \frac{Q_{в.з}}{t_з}, \quad (1.1)$$

где $Q_{в.з}$ – общий объем поступления (вывозки) хлыстов на склад в зимний период, тыс. м³;

$t_з$ – продолжительность зимнего периода вывозки, месяц.

Вывозка хлыстов зимой в течение одного календарного года $t_з$ включает два периода: первый период $t_{з.1}$, с 1 января до начала периода весенней распутицы, и $t_{з.2}$ – объем вывозки во второй зимний период, с окончания осенней распутицы до 31 декабря (рис. 1.1).

Среднемесячный объем поступления хлыстов на нижний склад в летний период вывозки ($Q_{с.м.л}$, тыс. м³) составит

$$Q_{с.м.л} = \frac{Q_{в.л}}{t_{л}}, \quad (1.2)$$

где $Q_{в.л}$ – общий объем поступления (вывозки) хлыстов на склад в летний период, тыс. м³;

$t_{л}$ – продолжительность летнего периода вывозки, месяц.

Среднемесячный объем раскряжевки хлыстов рассчитывается в зависимости от принятого режима: равномерно в течение года или неравномерно. При равномерном режиме раскряжевки хлыстов в течение года среднемесячный объем ($Q_{м.р}$, тыс. м³) составит

$$Q_{м.р} = \frac{Q_{год}}{12}, \quad (1.3)$$

где $Q_{год}$ – годовой грузооборот склада по поступлению и раскряжевке хлыстов, тыс. м³.

Если раскряжевка хлыстов производится неравномерно в течение года, то среднемесячный объем ее определится с учетом планируемых объемов переработки по периодам года (Приложение 1.1, режим работы склада 2).

Построение интегральных графиков режима работы склада необходимо начинать с графика раскряжевки хлыстов. При равномерной раскряжевке хлыстов в течение года это будет прямая А-Б (рис. 1.1, линия II). Разность ординат точек Б и А равняется годовому объему раскряжевки хлыстов $Q_{г.р}$.

Построение интегрального графика поступления хлыстов на склад (рис. 1.1, линия I) начинается исходя из условия, что на конец осенней распутицы (рис. 1.1, точка С) весь резервный запас хлыстов будет использован или планируется минимально необходимый. При этом учитывается переходящий запас сырья (Q_n , тыс. м³) на начало года (разница между плановым объемом вывозки и объемом переработки за этот же период):

$$Q_n = Q_{в.з.2} - Q_{р.з.2}, \quad (1.4)$$

где $Q_{в.з.2}$ – объем вывозки леса в зимнее время за второй период, тыс.м³;

$Q_{р.з.2}$ – объем раскряжевки в зимнее время за второй период, тыс.м³.

Поэтому график поступления хлыстов на склад начинается не с нулевой точки, а с учетом переходящего запаса (величина БГ равна величине АВ). Объем вывозки в первый зимний период $Q_{в.з.1}$ – разница ординат точек Д и В.

Планируемый режим раскряжевки хлыстов на складе обеспечивается наличием их при прекращении вывозки в период осенней и весенней распутицы ($t_{в.р}$, $t_{ос.р}$).

Величины $E_{в.р}$ и $E_{ос.р}$ соответствуют максимальным объемам сезонных запасов хлыстов, создаваемых для обеспечения ритмичной работы лесосклада соответственно на время весенней распутицы $t_{в.р}$ и на время осенней распутицы $t_{ос.р}$. Площадь склада сырья необходимо рассчитать по максимальному сезонному запасу, соответствующему величине $E_{в.р}$.

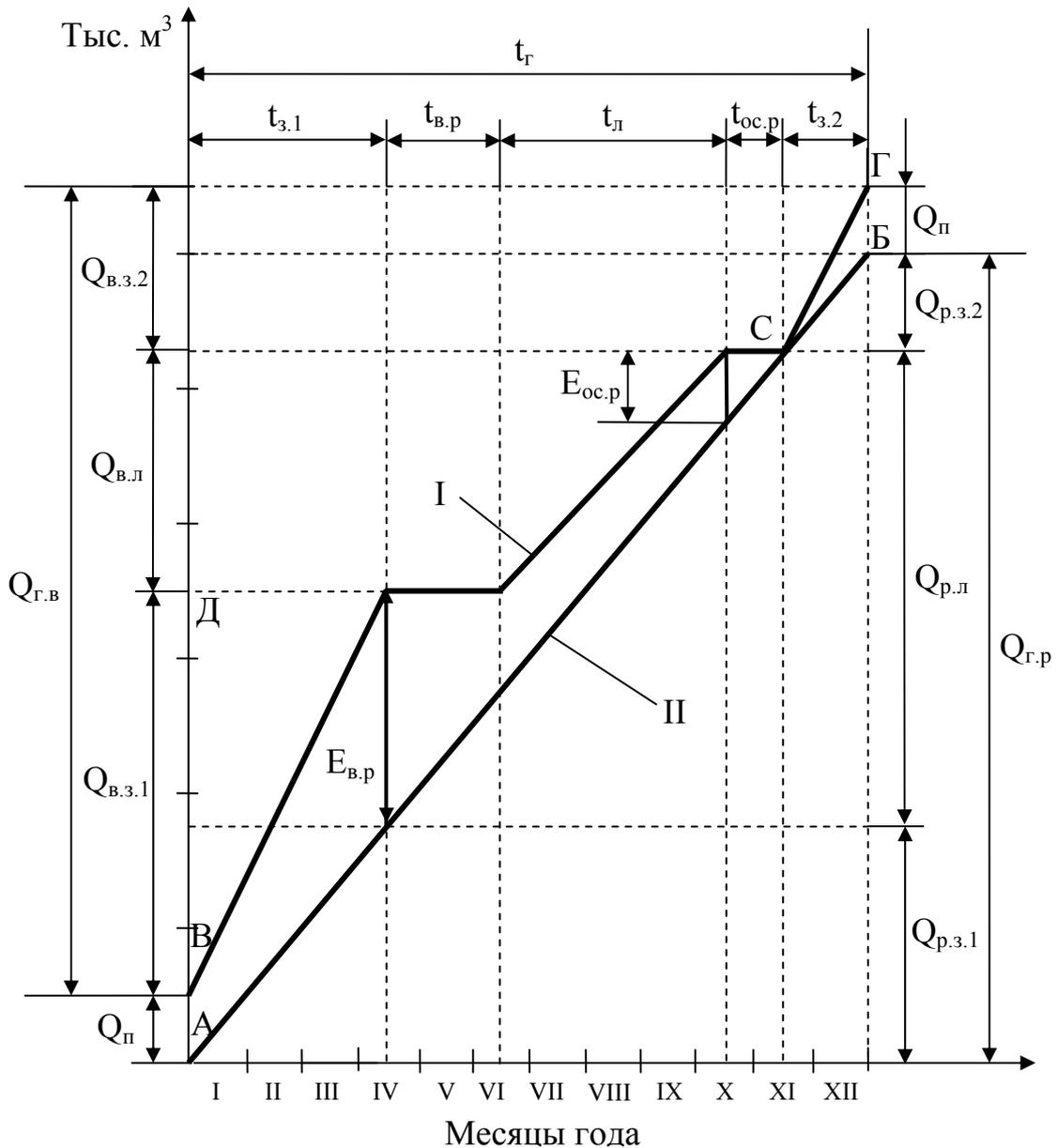


Рис. 1.1. Интегральные графики режима работы нижнего лесопромышленного склада при равномерной раскряжевке хлыстов: I – график поступления хлыстов на склад; II – график раскряжевки хлыстов

Построение интегрального графика режима работы нижнего лесопромышленного склада при неравномерной раскряжевке хлыстов (рис. 1.2) проводится аналогично графику равномерного режима. Если при построении графика поступления хлыстов на склад (линия I) окажется, что на конец весенней распутицы не обеспечивается наличие хлыстов для раскряжевки на объем Δ , то интегральный график корректируется с учетом увеличения резервного запаса хлыстов $E_{в.р}$ на эту величину (линия I'), и максимальный объем запаса хлыстов в этом случае составит $E'_{в.р} = E_{в.р} + \Delta$.

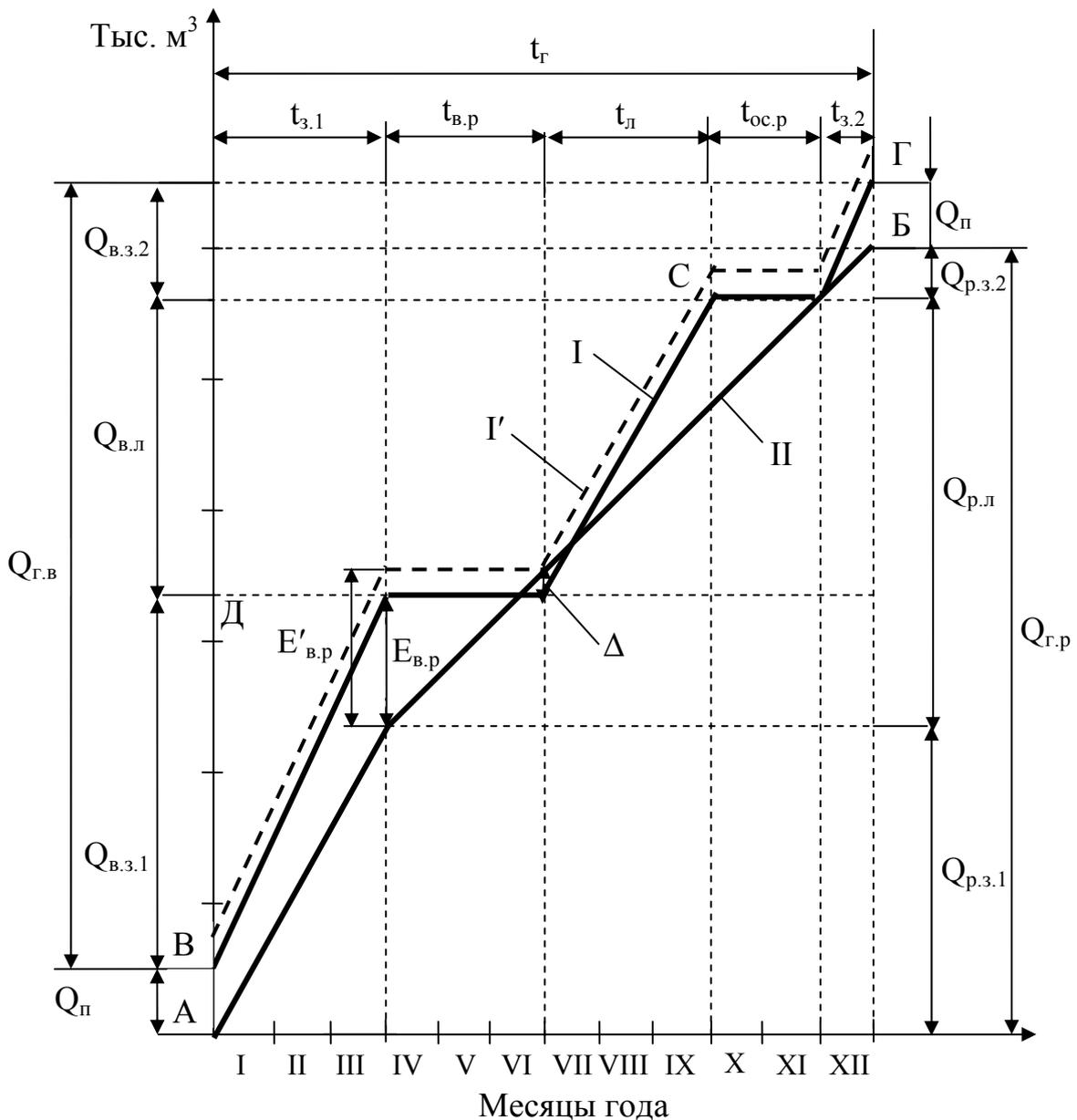


Рис. 1.2. Интегральные графики режима работы нижнего лесопромышленного склада при неравномерной раскряжевке хлыстов: I, I' – графики поступления хлыстов на склад; II – график раскряжевки хлыстов

При поступлении на нижний склад сортиментов интегральные графики режима работы нижнего лесопромышленного склада строятся аналогично рассмотренным. Режим работы склада характеризуется графиками поступления сортиментов на склад, подачи сортиментов на переработку, отгрузки товарных сортиментов со склада и суммарным графиком расхода (отгрузки и подачи на переработку) сортиментов.

После построения интегральных графиков работы нижнего лесопромышленного склада и определения максимального объема сезонного запаса хлыстов, необходимого для обеспечения ритмичной работы лесосклада, проводится выбор оборудования для разгрузки автопоездов с хлыстами и создания запаса.

1.3.3. Подбор оборудования для разгрузки и создания запаса хлыстов

Для разгрузки лесовозного транспорта и укладки хлыстов в запас на нижних складах применяют различное подъемно-транспортное оборудование в зависимости от грузооборота и использования складских площадей. При выборе оборудования необходимо руководствоваться рекомендациями, имеющимися в учебных пособиях [1, 2 и др.] и конспектах лекций. Рекомендуемое оборудование и схемы участков складов сырья нижних лесопромышленных складов с годовым грузооборотом до 100 тыс. м³ представлены в пособии [1]. Для разгрузки и создания запаса хлыстов используют следующее оборудование.

Канатные установки. Кабельные краны КК-20 грузоподъемностью 20 т достаточно широко применяются на нижних лесопромышленных складах с малым грузооборотом. Кабель-краном можно производить не только выгрузку древесного сырья с лесовозного транспорта, но и подачу его на приемные площадки или раскрывеочные эстакады, возможно также создание запаса хлыстов объемом до 2500 м³.

Краны. При годовом грузообороте от 25 тыс. м³ может устанавливаться консольно-радиальный кран ПХК-28. Кран перемещается по круговому рельсовому пути $R = 18,4$ м, рабочий вылет консоли составляет 17,5 м, грузоподъемность 28 тонн. На конце консоли закреплен радиальный грейфер. Применение данного крана позволяет создать запас хлыстов до 12,5 тыс. м³.

На нижних лесопромышленных складах с годовым грузооборотом, приближающимся к 50 тыс. м³ и более, целесообразно применять козловой кран ЛТ-62. Он выпускается в двух модификациях с пролетом 32 и 40 м. Увеличенный пролет второй модификации достигается за счет дополнительной вставки длиной 8 м при сохранении той же грузоподъемности.

Штабеля хлыстов укладываются в пролете крана с расположением комлей пачек в разные стороны. При укладке в запас хлыстов в пролете крана наиболее часто используются клеточные штабеля, которые

способствуют быстрому набору пачки при работе крана с грейфером. На каждые 100 м длины подкрановых путей в пролете крана можно уложить до 10–12 тыс. м³ хлыстов.

На крупных лесопромышленных складах с годовым грузооборотом более 250 тыс. м³ находят применение консольно-козловые и мостовые краны.

Консольно-козловые краны относятся также к передвижным грузоподъемным машинам, у которых мост с одной или двумя консолями установлен на двух высоких опорах, перемещающихся по рельсовому пути. Из специальных консольно-козловых кранов, предназначенных для работы с лесными грузами, разработан кран ККЛ-32, который снабжен одностоечными опорами, что позволяет перемещать пачки хлыстов с пролета на консоли. Особенностью работы консольно-козловых кранов является возможность размещения штабелей хлыстов как в пролете крана, так и под его консолями. Высота штабелей в пролете может достигать 10 м, а под консолями – не более 5 м на уровне максимального вылета грузозахватного устройства. Хлысты в пролете крана укладываются в плотные и клеточные штабеля, а под консолью – только в плотные, комлями к подкрановым путям.

Кроме консольно-козловых кранов специального назначения, на выгрузке хлыстов на нижних лесоскладах могут применяться двухконсольные самомонтирующиеся краны общего назначения серий КС и КК. Наибольшее применение на лесных складах из консольно-козловых кранов общего назначения нашел кран КСК-30-42В грузоподъемностью 30 т и с пролетом 24, 36, 42 м. Этот кран имеет значительную высоту подъема грузового крюка, которая составляет 18 м.

Мостовые краны предназначены для обслуживания больших складских площадей. Основным их достоинством является возможность пересечения крановых путей с подъездными путями, технологическими линиями и другими лесоскладскими объектами и сооружениями. Однако необходимо отметить, что из-за высокой стоимости крановой эстакады мостовые краны оправдывают себя лишь при высокой концентрации работ на лесоскладах, от 300 тыс. м³ в год и более. В лесной промышленности для выгрузки хлыстов с лесовозного транспорта нашли применение мостовые краны КМ-20, КМ-30, КМ-50 грузоподъемностью соответственно 20, 30, 50 т.

Самоходные машины. Разгрузка и создание резервного запаса хлыстов при незначительных грузооборотах нижних лесопромышленных складов могут осуществляться манипуляторами, установленными на автопоезде, что исключает необходимость применения другого оборудования на этих операциях, а также простейшими разгрузочными устройствами – тракторными толкателями, челюстными погрузчиками, мобильными штабелерами-манипуляторами и др.

На нижних складах используются и большегрузные колесные лесопогрузчики. Применение лесопогрузчиков позволяет обеспечить большую свободу планировки оборудования на площадке нижнего лесосклада. Однако из-за небольшой высоты штабелей склады древесного сырья на базе лесопогрузчиков имеют малую удельную емкость и занимают значительные площади.

Для выгрузки и создания запасов хлыстов на нижних лесоскладах созданы два типа лесопогрузчиков: ЛТ-142 на специальном шасси и ЛТ-165 на базе колесного трактора К-703. Оба погрузчика относятся к фронтальному типу. Наряду с отечественными на лесных складах лесозаготовительных предприятий находят применение и зарубежные образцы лесопогрузчиков большой грузоподъемности.

1.3.4. Расчет площади склада резервного запаса хлыстов

Площадь склада для создания резервного запаса хлыстов (F , м²) зависит от объема, вида подъемно-транспортного оборудования, вида штабеля укладываемых лесоматериалов и определяется по формуле

$$F = \frac{Q_3}{K_1 K_2 h}, \quad (1.5)$$

где Q_3 – объем наибольших сезонных запасов древесины, м³; обычно $Q_3 = E_{в.р}$;

K_1 – коэффициент полнодревесности штабеля;

K_2 – коэффициент использования складской площади, учитывающий межштабельные и противопожарные разрывы и устройство подъездных путей; принимается равным 0,9 при использовании кранов и 0,8 при использовании мобильных машин;

h – высота штабеля, м.

В таблице приведены краткие характеристики наиболее часто применяющихся на предприятиях типов штабелей хлыстов. Условные обозначения штабелей различных типов даны в [1, с. 64].

Примерные схемы резервных складов хлыстов на лесозаготовительных предприятиях приведены в Приложениях 1.2, 1.3. Расчеты длины штабеля резервного запаса хлыстов под краном ЛТ-62 и длины фронта штабелей, создаваемого погрузчиком, представлены в Приложении 1.3.

После выполнения всех расчетов, построения графиков режима работы нижнего лесопромышленного склада и т.д. по первому заданному варианту (режим работы склада 1) необходимо провести все необходимые расчеты по второму заданному варианту (режим работы склада 2).

Основные типы и способы формирования штабелей хлыстов

Тип штабеля	Механизм, применяемый для укладки хлыстов	Расчетная высота штабеля, м	Коэффициент полнотревности штабеля, К1
Плотный с укладкой комлей в одну сторону	Лесопогрузчики перекидного типа	2	0,25
	Большегрузные колесные погрузчики	3,5	0,3
	Автопоезда с манипуляторами	3	0,3
Пачковые с укладкой комлей в одну сторону	Кабель-краны КК-20	5	0,25
	Кран ПХК-28	6	0,3
	Под консолями кранов ККЛ-32 и др.	5	0,3
Пачковые, клеточные с комлями в разные стороны	Краны козловые и консольно-козловые	10-12	0,35
	Краны мостовые	10	0,35

В конце лабораторной работы обучающийся должен провести анализ полученных графиков режима нижнего лесопромышленного склада и сделать соответствующие выводы по лабораторной работе.

Исходные данные для выполнения лабораторной работы

Номер варианта	Основные природно-производственные условия работы нижнего лесопромышленного склада																		
	Годовой грузооборот, тыс. м ³	Режим работы склада 1							Режим работы склада 2							Оборудование для разгрузки хлыстов			
		Режим (месяц) поступления хлыстов, мес./%		Прекр. вывозки, мес.		Режим раскрывки хлыстов по кварталам				Режим (месяц) поступления хлыстов, мес./%		Прекр. вывозки, мес.		Режим раскрывки хлыстов по кварталам, %					
		Зима, месяц с 15/XI	Лето, месяц	весна	осень	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Зима, месяц с 1/XII	Лето, месяц	весна	осень	I кв.	II кв.		III кв.	IV кв.	
1	20	5/70%	4/30%	2	1	равномерный				Рис.3.2*	4/60%	3/40%	3	2	40	20	20	20	ЛТ-65Б
2	30	5/70%	4/30%	2	1	равномерный				Рис.3.3*	4/60%	3/40%	3	2	40	20	20	20	ЛТ-65Б
3	40	5/70%	4/30%	2	1	равномерный				Рис.3.7*	4/60%	3/40%	3	2	40	20	20	20	ЛТ-65Б
4	50	5/70%	4/30%	2	1	равномерный				Рис.3.8*	4/60%	3/40%	3	2	40	20	20	20	ЛТ-65Б
5	60	5/70%	4/30%	2	1	равномерный				Рис.3.13*	4/60%	3/40%	3	2	40	20	20	20	ЛТ-65Б
6	350	5/70%	4/30%	2	1	равномерный				Мост.кр.	4/60%	3/40%	3	2	40	20	20	20	ЛТ-165
7	300	5/70%	4/30%	2	1	равномерный				Мост.кр.	4/60%	3/40%	3	2	40	20	20	20	ЛТ-165
8	280	5/70%	4/30%	2	1	равномерный				ККЛ-32	4/60%	3/40%	3	2	40	20	20	20	ЛТ-165
9	260	5/70%	4/30%	2	1	равномерный				ККЛ-32	4/60%	3/40%	3	2	40	20	20	20	ЛТ-165
10	240	5/70%	4/30%	2	1	равномерный				2ЛТ-62	4/60%	3/40%	3	2	40	20	20	20	ЛТ-165
11	70	5/70%	4/30%	2	1	равномерный				Рис.3.15*	4/60%	3/40%	3	2	40	20	20	20	ЛТ-65Б
12	80	5/70%	4/30%	2	1	равномерный				Рис.3.16*	4/60%	3/40%	3	2	40	20	20	20	ЛТ-65Б
13	90	5/70%	4/30%	2	1	равномерный				Рис.3.18*	4/60%	3/40%	3	2	40	20	20	20	ЛТ-65Б
14	100	5/70%	4/30%	2	1	равномерный				Рис.3.18*	4/60%	3/40%	3	2	40	20	20	20	ЛТ-65Б
15	120	5/70%	4/30%	2	1	равномерный				ЛТ-62	4/60%	3/40%	3	2	40	20	20	20	ЛТ-65Б
16	220	5/70%	4/30%	2	1	равномерный				2ЛТ-62	4/60%	3/40%	3	2	40	20	20	20	ЛТ-165
17	200	5/70%	4/30%	2	1	равномерный				2ЛТ-62	4/60%	3/40%	3	2	40	20	20	20	ЛТ-165
18	180	5/70%	4/30%	2	1	равномерный				2ЛТ-62	4/60%	3/40%	3	2	40	20	20	20	ЛТ-165
19	160	5/70%	4/30%	2	1	равномерный				ЛТ-62	4/60%	3/40%	3	2	40	20	20	20	ЛТ-165
20	140	5/70%	4/30%	2	1	равномерный				ЛТ-62	4/60%	3/40%	3	2	40	20	20	20	ЛТ-165

* Альбом «Малые нижние лесопромышленные склады» [1].

Примерные схемы резервных складов хлыстов на лесозаготовительных предприятиях

Примерные схемы складов сырья под кабель-краном КК-20, краном ПХК-28, мобильным оборудованием даны в учебном пособии [1] и поэтому здесь не приводятся. Схемы размещения запаса хлыстов под консольно-козловыми кранами типа ККЛ-32 и мостовыми кранами приведены на рис. 1.3, 1.4.

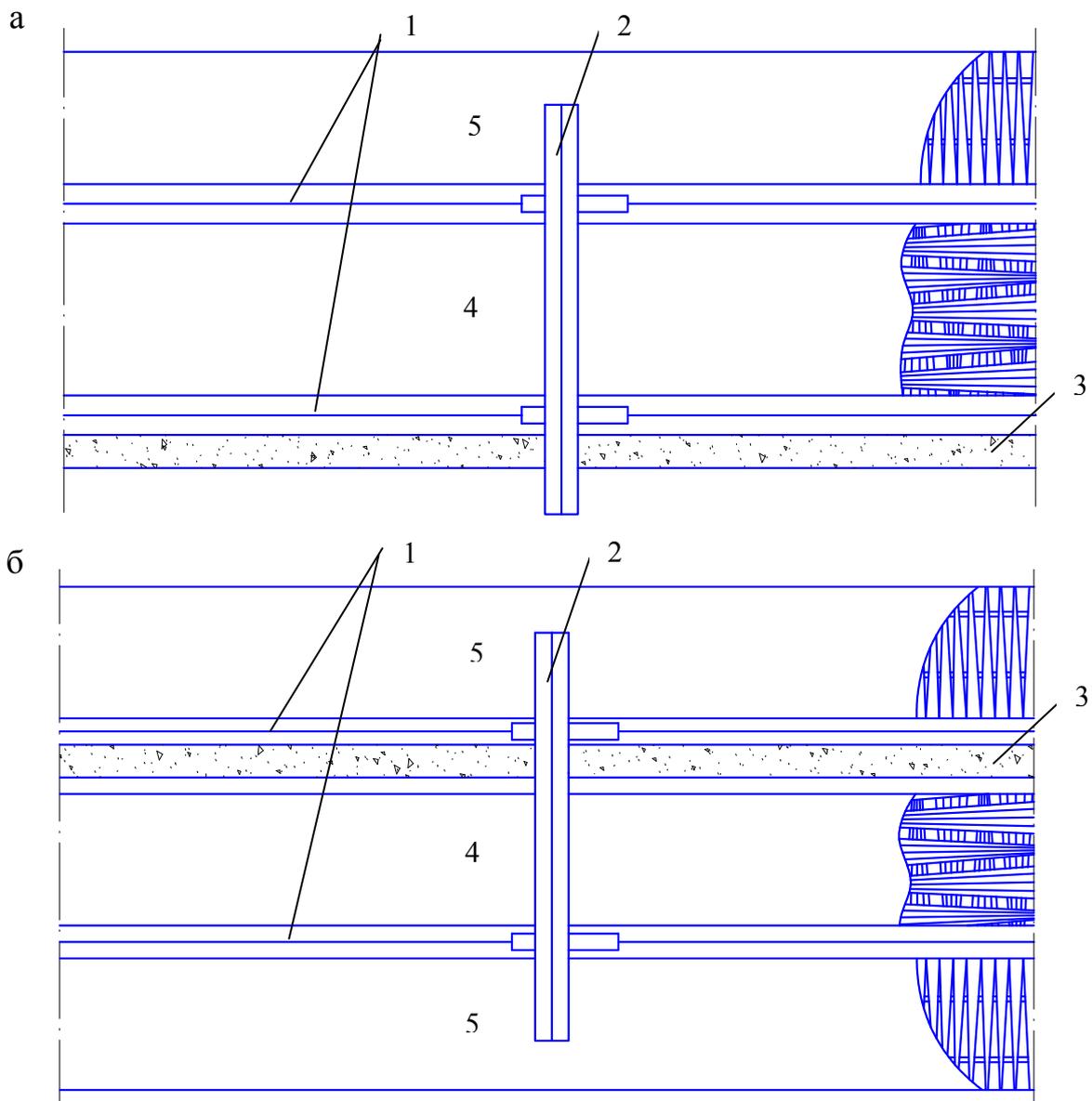


Рис. 1.3. Схема склада хлыстов на базе крана ККЛ-32:

- а – с расположением автомобильной лесовозной дороги под консолью крана;
- б – с расположением автомобильной лесовозной дороги в пролете крана;
- 1 – подкрановые пути; 2 – кран консольно-козловой; 3 – автомобильная дорога;
- 4 – штабель хлыстов в пролете крана; 5 – штабель хлыстов под консолью крана

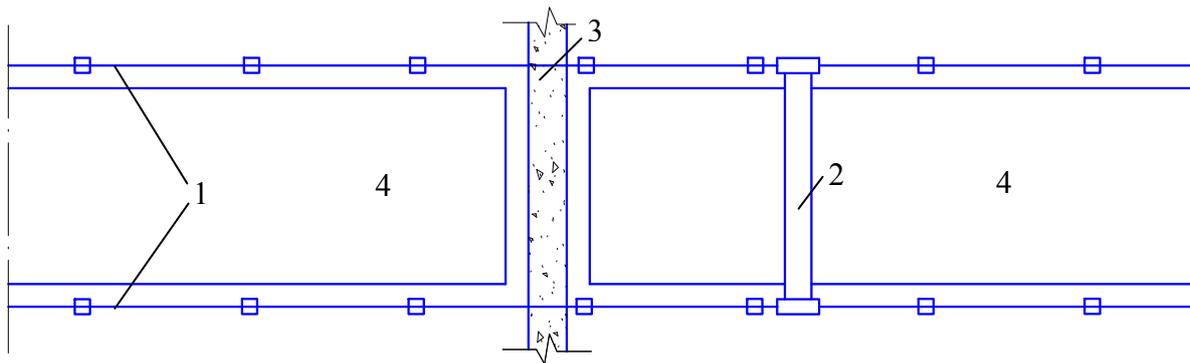


Рис. 1.4. Схема склада хлыстов на базе мостового крана:
1 – подкрановые пути; 2 – кран мостовой; 3 – автомобильная дорога;
4 – штабель хлыстов

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.3

Примерная схема склада сырья и расчет длины подкрановых путей козлового крана ЛТ-62

Схемы склада на базе козлового крана и на базе погрузчика приведены на рис. 1.5 и 1.6.

Исходные данные для расчетов:

- резервный запас хлыстов $Q_3 = 30000 \text{ м}^3$;
- оборудование – кран ЛТ-62, пролет 40 м;
- ширина штабеля хлыстов 24-26 м;
- максимальная высота штабеля хлыстов $h = 12 \text{ м}$;
- коэффициент полноресности штабеля хлыстов $K_1 = 0,35$;
- коэффициент использования участка склада под штабель при применении крана ЛТ-62, $K_2 = 0,9$.

Площадь склада определяется по формуле

$$F = \frac{Q_3}{K_1 K_2 h} = \frac{30000}{0,35 \cdot 0,9 \cdot 12} = 7937 \text{ м}^2. \quad (1.6)$$

Длина штабеля резервного запаса

$$L = \frac{F}{b} = \frac{7937}{25} = 317 \text{ м}, \quad (1.7)$$

где b – ширина штабеля хлыстов, 25 м.

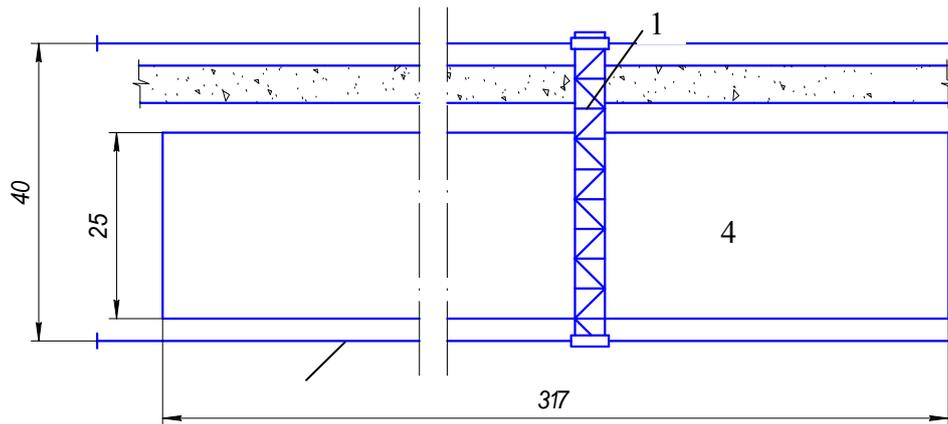


Рис. 1.5. Схема склада хлыстов на базе крана ЛТ-62:
1 – кран ЛТ-62; 2 – автомобильная дорога; 3 – подкрановые пути;
4 – штабель хлыстов

Примерная схема склада сырья и расчет длины фронта штабелей, создаваемых погрузчиками

Объем штабеля хлыстов ($Q_{шт}$, м³) определяется по формуле

$$Q_{шт} = lbhk_n, \quad (1.8)$$

где l , b , h – длина, ширина, высота штабеля хлыстов, $l=100$ м, $b=20-22$ м, h зависит от механизма, применяемого для укладки хлыстов;

k_n – коэффициент полнодревесности штабеля (см. таблицу).

Количество штабелей:

$$N_{шт} = \frac{Q_3}{Q_{шт}}. \quad (1.9)$$

Общая длина фронта штабелей

$$L_{\phi} = N_{шт}b + a(N_{шт} - 1), \quad (1.10)$$

где a – величина разрыва между штабелями, $a=5$ м.

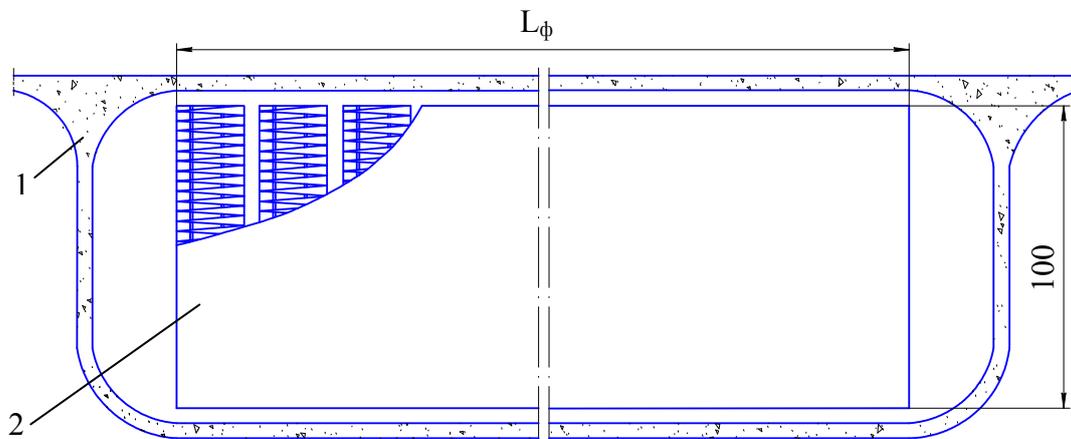


Рис. 1.6. Схема склада хлыстов на базе погрузчика:
1 – автомобильная дорога; 2 – штабеля хлыстов

Лабораторная работа 2

Определение потребности в подъемно-транспортном оборудовании на нижних лесопромышленных складах

2.1. Цель и содержание работы

Цель работы заключается в том, чтобы научиться:

- определять объемы выполняемых грузовых операций подъемно-транспортным оборудованием (ПТО) на лесоскладе с круглыми лесоматериалами;
- выбирать тип и рассчитывать количество оборудования для выполнения подъемно-транспортных операций с круглыми лесоматериалами.

Последовательность выполнения работы:

- ознакомиться с системами машин и оборудования для выполнения подъемно-транспортных операций на лесопромышленных складах;
- выписать исходные данные по заданному варианту природно-производственных условий работы нижнего лесопромышленного склада;
- сделать анализ видов грузовых операций и составить схему объемов работы подъемно-транспортного оборудования;
- рассчитать сменную производительность ПТО;
- определить потребное количество оборудования;
- сделать выводы по лабораторной работе.

Для выполнения работы необходимы:

- исходные данные по заданному варианту природно-производственных условий работы ПТО на нижнем складе;
- справочные материалы по основным параметрам ПТО, альбом «Малые нижние лесопромышленные склады» [1], конспект лекций, приложения к лабораторной работе.

2.2. Основные сведения

Потребность в ПТО на нижнем лесопромышленном складе определяется исходя из следующих основных факторов:

- режим работы нижнего лесопромышленного склада по прибытию, штабелевке, распределению сырья по назначению, отгрузке и подаче в цехи;
- средние объемы пачек лесоматериалов различного вида, с которым работает то или иное ПТО;
- вид сырья, поступающего на нижние лесопромышленные склады;

- грузооборот склада по видам операций (годовой, сменный);
- расчетная производительность принятого ПТО;
- необходимость создания запасов круглых лесоматериалов перед подачей в лесоперерабатывающие цехи и отгрузкой их потребителям;
- тип примыкания нижнего лесопромышленного склада к транспортным путям общего пользования.

При определении потребности в ПТО на нижних лесопромышленных складах необходимо учитывать, что объем грузовых операций ПТО, как сменный, так и годовой, значительно превышает сменный и годовой грузооборот склада по поступлению сырья из лесосеки. Поэтому прежде всего необходимо провести анализ видов грузовых операций, выполняемых тем или иным ПТО.

Определение потребности в ПТО на нижних лесопромышленных складах в этой лабораторной работе рассматривается в условиях поступления из лесосеки круглых сортиментов при применении на складе двух типов кранов (ККС-10 и КБ-572), поскольку для выполнения всего комплекса грузоподъемных операций консольно-козловые и башенные краны нашли наибольшее применение.

При поступлении на нижний склад сырья в виде хлыстов разгрузка их производится одним оборудованием, а отгрузка круглых лесоматериалов потребителю и подача в цех – другим, поэтому объем грузовых работ необходимо определять по операциям для каждого вида оборудования.

В качестве примера рассмотрим один из возможных вариантов работы крана на нижнем лесопромышленном складе. Кран выполняет следующие виды грузовых операций:

- разгрузка и штабелевка части сортиментов, прибывших из лесосеки;
- штабелевка и отгрузка со склада круглых лесоматериалов в транспорт общего пользования как товарной продукции;
- штабелевка и подача остальных круглых лесоматериалов в лесоперерабатывающие цехи.

Общий годовой грузооборот склада $Q_{г.с.}$, характеризующий фактический объем доставленных с лесосеки круглых лесоматериалов, составляет 100 %, половину из них планируется отгружать со склада в круглом виде, а вторую половину перерабатывать в цехах на нижнем лесопромышленном складе.

Проведем анализ объемов грузовых операций, выполняемых ПТО по их видам и этапам выполнения. Расчетная схема по определению грузовой работы выглядит следующим образом (три этапа).

сырья на данном этапе подъемно-транспортные операции выполняются один раз. Остальные 50 % круглых лесоматериалов первоначально с автопоездов укладываются в штабеля несортированных круглых лесоматериалов $Q_{г.шт}$ и оттуда по мере необходимости подаются на приемное устройство сортировочной линии, т.е. объем грузовой работы ПТО с данной группой лесоматериалов в два раза больше, чем объем их штабелевки: $50 \times 2 = 100$ % от годового грузооборота по поступлению сырья.

Общий объем работы ПТО на данном этапе будет равен:

$$Q_{г.р.1} = Q_{г.сорт} + Q_{г.шт} = 50 \% + 100 \% = 150 \%$$

Таким образом, объем работы ПТО на данной операции составляет 150 % от годового грузооборота склада.

2-й этап. Погрузка круглых лесоматериалов как готовой продукции.

Со склада отгружается в круглом виде 50 % от всех сортиментов, доставленных из лесосеки (50 % $Q_{г.с}$). Вследствие неравномерности подачи подвижного состава и необходимости предварительной штабелевки большая часть из этой группы круглых лесоматериалов первоначально укладывается в штабеля и лишь затем грузится на подвижной состав дорог общего пользования. Часть круглых лесоматериалов при наличии подвижного состава может подаваться на него непосредственно из лесонакопителей. При примыкании нижнего лесопромышленного склада к тупику РЖД это соотношение обычно принимается 3:1. Следовательно, большая часть (75 %) из них первоначально укладывается в штабеля запаса и оттуда грузится на транспорт общего пользования, и только 25 % грузится на подвижной состав непосредственно из лесонакопителей.

Таким образом, годовой объем грузовых операций ПТО на складе на данном этапе составляет 175 % от годового объема сырья, отгружаемого в круглом виде, или 87,5 % от годового грузооборота склада по поступлению сырья.

3-й этап. Подача круглых лесоматериалов в цехи на переработку.

На складе перерабатывается 50 % от $Q_{г.с}$, из них 20 % непосредственно поступает с сортировочного транспортера на питатели лесоперерабатывающих цехов. Остальные 80 % предварительно штабелюются и затем по мере необходимости подаются краном на приемные устройства лесоперерабатывающих цехов.

Таким образом, годовой объем грузовых операций ПТО на складе на этом этапе составляет 180 % от годового объема сырья, перерабатываемого на нем, или 90 % от годового грузооборота склада.

В рассматриваемом случае при распределении круглых лесоматериалов по назначению и выполнению всех грузовых операций одним оборудованием общий объем годовой грузовой работы на нижнем лесном складе только с круглыми лесоматериалами $Q_{\Sigma g.p}$ равен:

$$Q_{\Sigma g.p} = Q_{g.g.p.1} + Q_{g.g.p.2} + Q_{g.g.p.3}. \quad (2.1)$$

При принятом соотношении использования круглых лесоматериалов по направлениям суммарный объем грузовых операций в процентах от годового грузооборота склада составит:

$$Q_{\Sigma g.p} = 150 + 87,5 + 90 = 327,5 \% Q_{g.c.}$$

То есть годовой объем грузовых операций с круглыми лесоматериалами в три с лишним раза больше годового грузооборота нижнего лесопромышленного склада в связи с тем, что часть лесоматериалов перед отгрузкой или подачей на переработку укладывается в штабеля для временного хранения. Кроме того, это же ПТО используется и для работы с пилопродукцией.

При определении потребности в ПТО, кроме суммарного объема грузовых операций, необходимо учитывать, что режим выполнения отдельных операций по различным этапам по времени года не совпадает и зависит от типа лесовозной дороги, принятого режима работы лесного склада и лесоперерабатывающих цехов, типа примыкания склада к транспортным путям общего пользования и т.д. Исходные данные для выполнения лабораторной работы приведены в Приложении 2.1.

2.3. Порядок выполнения лабораторной работы

В соответствии с заданным вариантом и номером схемы нижнего лесопромышленного склада необходимо записать в отчет по лабораторной работе исходные данные для определения потребности в ПТО и занести их в табл. 2.1.

В начале выполнения лабораторной работы составляется схема работы ПТО по операциям и по формуле (2.1) определяется объем грузовых операций. После определения расчетного объема годовых грузовых операций в соответствии с вариантом задания и схемой нижнего лесопромышленного склада определяется потребность в ПТО для выполнения операций по каждому этапу работы.

Таблица 2.1

Расчетные данные для определения потребности в ПТО

№	Исходные данные	Значения
1	Номер варианта	
2	Номер рисунка из альбома	
3	Характеристика нижнего склада: тип примыкания склада годовой грузооборот, тыс. м ³	
4	Характеристика ПТО: марка оборудования максимальная грузоподъемность грузозахватный орган	
5	Исходные данные для расчетов по 1-му этапу работы ПТО (разгрузка сортиментов с подвижного состава): режим поступления зима лето сменность работы процент штабелевки лесоматериалов средний объем пачки, м ³	
6	Исходные данные для расчетов по 2-му этапу работы ПТО (погрузка круглых лесоматериалов как готовой продукции): объем, тыс. м ³ вид транспорта общего пользования режим отгрузки и сменности работы процент штабелевки средний объем пачки, м ³	
7	Исходные данные для расчетов по 3-му этапу работы ПТО (подача круглых лесоматериалов в цехи на переработку): объем, тыс. м ³ режим работы склада по переработке сырья и сменность процент штабелевки средний объем пачки, м ³	

Первоначально определяется сменная производительность (P_0 , м³) ПТО на каждом из этапов. Сменная производительность ПТО принимается по данным, приведенным в Приложениях 2.2 и 2.3 к лабораторной работе, а в тех случаях, когда этих данных нет, производительность определяется расчетным путем.

Сменная производительность всего ПТО периодического действия определяется по формуле

$$P_0 = \frac{T}{t_{\text{ц}}} Q_0 C_0 C_2, \quad (2.2)$$

где T – продолжительность смены, мин;

$t_{\text{ц}}$ – время цикла, мин;

Q_0 – объем пачки лесоматериалов, м³;

C_0 – коэффициент, учитывающий потери времени на замену подвижного состава, $C_0 = 0,9 \dots 0,95$;

C_2 – коэффициент использования рабочего времени смены; для кранов $C_2 = 0,9 \dots 0,95$; для канатных установок $C_2 = 0,85 \dots 0,9$; для самоходных разгрузчиков $C_2 = 0,8 \dots 0,85$.

$$Q_0 = \frac{Q}{\gamma(1 + K_{\text{зп}})} C', \quad (2.3)$$

где Q – грузоподъемность крана или самоходного разгрузчика, т;

γ – объемный вес дерева, $\gamma = 0,8$ т/м³;

$K_{\text{зп}}$ – коэффициент, учитывающий вес грейфера; для радиальных грейферов с вибраторами $K_{\text{зп}} = 0,2 \dots 0,25$, без вибратора $K_{\text{зп}} = 0,3 \dots 0,35$; для канатных захватных устройств и самоходных разгрузчиков $K_{\text{зп}} = 0$;

C' – коэффициент использования грузоподъемности, $C' = 0,8 \dots 0,9$.

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{п}} + t_{\text{х}} + t_1 + t_2, \quad (2.4)$$

где $t_{\text{п}}$ – время подъема и перемещения пачки к месту ее укладки, мин;

$t_{\text{х}}$ – время возврата захватных устройств к месту захвата пачки, мин;

t_1 и t_2 – соответственно время захвата (прицепки) пачки, время укладки и отцепки ее, мин.

$$t_{\text{п}} + t_{\text{х}} = 2 \left(\frac{H}{v_{\text{сп}}} + \frac{L_{\text{T}}}{v_{\text{T.сп.}}} + \frac{L_{\text{к}}}{v_{\text{к.сп.}}} + \frac{H'}{v_{\text{сп}}} \right), \quad (2.5)$$

где H , H' , L_{T} , $L_{\text{к}}$ – соответственно высота подъема, опускания пачки, путь горизонтального перемещения тележки и крана; для мостовых кранов и самоходных разгрузчиков $L_{\text{T}} = 0$; для кабельных кранов $L_{\text{к}} = 0$;

$v_{\text{сп}}$, $v_{\text{сп.}}$, $v_{\text{T.сп.}}$, $v_{\text{к.сп.}}$ – средние скорости подъема, опускания пачки, горизонтального перемещения тележки и крана, м/мин.

Как правило, независимо от конструкции крана или самоходного разгрузчика время захвата, укладки и отцепки пачки ($t_1 + t_2$) принимается при работе со стропами – от 1,5 до 4 мин, с грейферами и для самоходных разгрузчиков – от 1 до 2,5 мин.

Как указано выше, в лабораторной работе рассмотрены только технологические схемы нижних лесопромышленных складов на примере работы двух кранов – консольно-козлового ККС-10 и башенного КБ-572.

Потребность в ПТО на одном этапе определяется по формуле

$$N_{эi} = \frac{Q_{г.г.р.и}}{P_0 T_{эф} m}, \quad (2.6)$$

где $T_{эф}$ – эффективное число дней работы ПТО на этом этапе;

m – число смен работы;

P_0 – сменная производительность ПТО.

Общая потребность в ПТО ($N_{\Sigma n}$, шт.) на всех операциях равна сумме потребности на каждом выполняемом этапе:

$$N_{\Sigma n} = N_1 + N_2 + N_3, \quad (2.7)$$

где N_1, N_2, N_3 – потребность в ПТО на каждом этапе.

Расчет потребности в кранах в условиях нескольких основных технологических потоков следует выполнять отдельно для каждого самостоятельного штабелевочно-погрузочного потока нижнего склада с учетом режима выполнения той или иной операции и поточности работы.

Отгрузка круглых лесоматериалов со склада при примыкании к тупику РЖД планируется равномерно в течение года. При автодорожном типе примыкания склада отгрузка продукции прекращается на период весенней распутицы (1–1,5 месяца).

Планируемый сменный объем работ на той или иной грузовой операции ПТО определяется с учетом временного режима его работы в течение года и числа смен при выполнении тех или иных операций. Расчет потребности в ПТО для выполнения работ на разгрузке необходимо вести с учетом режима поступления сырья из лесосек. При этом последующая подача несортированных круглых лесоматериалов из штабелей на сортировку производится, как правило, после прекращения вывозки их из леса.

Расчет потребности в ПТО для подачи древесного сырья в лесоперерабатывающие цехи ведется после определения показателей функционирования его по сменам. При определении потребности количества кранов расчет проводится для периода наиболее интенсивного выполнения работ при одновременном их использовании на различных операциях.

Если в результате расчетов по определению потребности в ПТО получится не целое число, то при величине остатка 0,35–0,4 и более число необходимо округлять в большую сторону [3].

Следует иметь в виду, что, кроме грузовых операций с круглыми лесоматериалами, этим же видом оборудования выполняется в большинстве случаев комплекс грузоподъемных операций и с готовой продукцией лесоперерабатывающих цехов. В этом случае общая потребность в ПТО в целом на складе будет еще больше.

Электронный архив УГЛТУ

При определении потребности в количестве ПТО необходимо использовать различные справочные и нормативные сведения о производительности оборудования и нормах выработки, приведенные в приложениях к лабораторной работе.

Итоговые показатели после проведения расчетов потребности в оборудовании для выполнения подъемно-транспортных операций заносятся в табл. 2.2.

В итоге выполнения лабораторной работы делаются основные выводы.

Таблица 2.2

Потребность в подъемно-транспортном оборудовании

№ п/п	Наименование операции	Выполняемый объем работы на этапе, тыс. м ³	Наименование и марка оборудования	Расчетная потребность, шт.	Принятое количество, шт.
Подъемно-транспортные операции с круглыми лесоматериалами					
1	Разгрузка лесовозного подвижного состава				
2	Погрузка на транспорт общего пользования				
3	Подача в лесоперерабатывающие цехи				

Исходные данные для выполнения лабораторной работы

Номер варианта	Номер рис. из альбома	Годовой грузооборот склада по прибытию сырья и режим работы *				Средний объем пачки, м ³	Распределение сырья по назначению								
		Грузооборот, тыс.м ³	Режим поступления, число месяцев / % от объема		Сменность		на погрузку					в лесоперерабатывающие цехи			
			Зима с 15/XI	Лето с 1/VI			тыс. м ³	% штабелевки	Число дней и сменность	Тип транспорта общего пользования	Средний объем пачки, м ³	тыс. м ³	% штабелевки	Число дней и сменность	Средний объем пачки, м ³
1	2.7	40	5/70	4/30	1	8	20	80	365/1	РЖД	6	20	70	250/2	4
2	2.7	40	6/70	3/30	2	8	10	80	250/1	Автом.	4	30	70	250/2	6
3	2.7	40	4/70	3/30	3	8	15	70	365/1	РЖД	6	25	70	250/2	4
4	2.7	40	5/70	3/30	2	8	20	70	250/1	Автом.	4	20	70	250/2	6
5	2.7	40	5/70	4/30	1	8	30	80	270/1	Автом.	6	10	70	250/2	4
6	2.8	60	5/70	4/30	2	8	30	80	365/1	РЖД	4	30	80	250/2	6
7	2.8	60	4/70	4/30	2	8	20	70	270/1	Автом.	6	40	80	250/2	4
8	2.8	60	6/70	3/30	2	8	35	70	365/1	РЖД	4	25	80	250/2	6
9	2.8	60	5/70	4/30	2	8	20	80	270/1	Автом.	6	40	80	250/2	4
10	2.8	60	4/70	4/30	2	8	40	80	365/1	РЖД	4	20	80	250/2	6
11	2.12	110	5/70	3/30	2	8	50	70	270/1	Автом.	6	60	70	250/2	4
12	2.12	110	4/70	4/30	2	8	60	70	365/1	РЖД	4	50	70	250/2	6
13	2.12	110	5/70	4/30	2	8	70	80	270/1	Автом.	6	40	70	250/2	4
14	2.12	110	4/70	3/30	2	8	40	80	365/1	РЖД	4	70	70	250/2	6
15	2.12	110	5/70	4/30	1	8	30	70	270/1	Автом.	6	80	70	250/2	4
16	2.7	70	4/70	4/30	1	8	30	70	365/1	РЖД	4	40	80	250/2	6
17	2.7	70	5/70	4/30	1	8	20	80	270/1	Автом.	6	50	80	250/2	4
18	2.7	70	4/70	5/30	1	8	40	80	365/1	РЖД	4	30	80	250/2	6
19	2.7	70	5/70	4/30	1	8	35	70	270/1	Автом.	6	35	80	250/2	4
20	2.7	70	4/70	4/30	1	8	25	70	365/1	РЖД	4	45	80	250/2	6

* Равномерно в течение года, по 5-дневной рабочей неделе.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2.2

Основные технологические параметры кранов для выполнения погрузочно-разгрузочных работ с круглыми лесоматериалами

Параметры	Марка крана	
	ККС-10	КБ-572
Грузоподъемность, т	10	10 (6,3)
Пролет, м	32	
Вылет стрелы крана, м: максимальный минимальный	-	30 (35) 4
Высота подъема крюка, м	10	13,5
Рабочий вылет консоли, м	7,5...8,5	-
Скорость, м/мин: подъема груза передвижения грузовой тележки крана поворота стрелы, мин ⁻¹	15 35 40	20 20 30 0,85
Грузозахватный орган	Грейфер ЛТ-153*, стропы	

* Грейфер ЛТ-153 – максимальная площадь зева 2 м²; максимальный объем пачки круглых лесоматериалов 8,5 м³ (при длине сортиментов 6,5 м).

ПРИЛОЖЕНИЕ 2.3

Часовая технически возможная производительность кранов, занятых на штабелевке и погрузке круглых лесоматериалов, зависит от многих факторов, поэтому при выполнении лабораторной работы рекомендуется пользоваться показателями, приведенными в таблице.

Тип кранов и тип грузозахватного устройства	Погрузка круглых лесоматериалов		Штабелевка круглых лесоматериалов, м ³
	длинномерных (длиной более 3 м), м ³	короткомерных (длиной менее 3 м), м ³	
Консольно-козловые, башенные краны ККС-10 и КБ-572: а) со стропами б) с грейфером	40	35	55
	50	40	65–75

Примечание. При выполнении двух операций (разгрузка и штабелевка, погрузка и штабелевка, подача в цехи и штабелевка) часовая производительность ПТО определяется как средневзвешенная величина по этим операциям.

Лабораторная работа 3

Исследование технологических процессов раскряжевно-сортировочных потоков нижних лесопромышленных складов

3.1. Цель и содержание работы

Цель работы – исследовать влияние таксационной характеристики хлыстов на производительность раскряжевно-сортировочных потоков.

Содержание работы следующее:

- ознакомиться с системами машин и оборудованием для выполнения раскряжевно-сортировочных операций на лесопромышленных складах;
- записать исходные данные заданного варианта таксационной характеристики хлыстов, поступающих на нижний склад, и выхода сортиментов;
- рассчитать сменную производительность раскряжевно-сортировочного потока;
- определить необходимое число машино-смен для выполнения раскряжевно-сортировочных операций для заданных условий;
- определить потребное число раскряжевно-сортировочных потоков;
- сделать выводы по лабораторной работе.

Для выполнения работы необходимы:

- исходные данные по заданному варианту таксационной характеристики хлыстов и выходу сортиментов (Приложение 3.1);
- справочные материалы по основным характеристикам оборудования для раскряжевки хлыстов и сортировки круглых лесоматериалов, альбом «Малые нижние лесопромышленные склады» [1], а также приложения к лабораторной работе.

3.2. Общие сведения о раскряжевно-сортировочных потоках

Раскряжевно-сортировочный поток является основным производственным участком нижнего лесопромышленного склада при вывозке древесины хлыстами из лесосеки. При вывозке хлыстов создаются благоприятные возможности для индивидуальной рациональной их раскряжевки и увеличивается уровень комплексного использования древесины.

На нижних лесопромышленных складах применяется как механизированная, так и машинная раскряжевка хлыстов.

Механизированная раскряжевка хлыстов выполняется по индивидуальному методу на специально оборудованных площадках и включает

операции по визуальному осмотру и оценке качества каждого хлыста, разметке его по длине, раскряжке электромоторной пилой ЭПЧ-3 и откатке сортиментов к сортировочному транспортеру. Механизованная раскряжка хлыстов проводится на нижних лесопромышленных складах с годовым грузооборотом до 100 тыс. м³.

При годовом грузообороте лесопромышленного склада свыше 50 тыс. м³ становится экономически эффективным применение машинной раскряжки на установках с продольной подачей хлыстов. Основной раскряжечной установкой является ЛО-15А, которая предназначена для эксплуатации при объеме хлыстов до 0,75 м³ различного породного состава, т.е. практически во всех лесозаготовительных районах РФ.

Последующей после раскряжки хлыстов технологической операцией является сортировка круглых лесоматериалов. Для сортировки круглых лесоматериалов на лесопромышленных складах широкое применение находят продольные сортировочные транспортеры, характеристики которых приведены в Приложении 3.2.

Потребное количество оборудования и машино-смен для выполнения операции по раскряжке хлыстов определяется расчетным путем.

3.3. Порядок выполнения лабораторной работы

В соответствии с заданным вариантом и номером рисунка из альбома «Малые нижние лесопромышленные склады» [1] исходные данные для исследования раскряжечочно-сортировочного потока заносятся в табл. 3.1.

При определении плановой производительности, как по механизированной, так и по машинной раскряжке хлыстов, необходимо руководствоваться нормами выработки, которые зависят от среднего объема хлыста, породы, выхода деловой древесины, длины и вида получаемых сортиментов (Приложения 3.3, 3.4). В каждом заданном варианте необходимо рассчитать сменную норму выработки по трем режимам работы. Первый режим предусматривает раскряжку хвойных хлыстов, второй – лиственных и третий – хвойных и лиственных пород.

Средневзвешенная норма выработки ($H_{см}$, м³) при раскряжке хлыстов определяется из выражения

$$H_{см} = \sum_{k=1}^n p_k H_k, \quad (3.1)$$

где p_k – процентное содержание k -го сортимента в общем объеме раскряжки;

H_k – норма выработки раскряжечного оборудования при раскряжке хлыстов на сортименты какой-либо определенной длины и качества, м³ (Приложение 3.3).

Таблица 3.1

Исходные данные для исследования
раскряжевочно-сортировочного потока

№ п/п	Исходные данные	Значения
	Номер варианта исходных данных Номер рисунка из альбома [1] Годовой объем раскряжевки хлыстов, тыс.м ³	
	I режим работы (хвойные породы)	
1	Средний объем хлыстов, м ³	
2	Выход деловых сортиментов, %	
3	Средняя длина деловых сортиментов, м	
4	Выход сортиментов специальных видов, %	
5	Средняя длина спецсортиментов, м	
6	Содержание дров, %	
	II режим работы (лиственные породы)	
1	Средний объем хлыстов, м ³	
2	Выход деловых сортиментов, %	
3	Средняя длина деловых сортиментов, м	
4	Выход сортиментов специальных видов, %	
5	Средняя длина спецсортиментов, м	
6	Содержание дров, %	
	III режим работы (хвойные и лиственные породы)	
	Хвойные породы	
1	Процентное содержание хвойных пород, %	
2	Средний объем хлыстов, м ³	
3	Выход деловых сортиментов, %	
4	Средняя длина деловых сортиментов, м	
5	Выход сортиментов специальных видов, %	
6	Средняя длина спецсортиментов, м	
7	Содержание дров, %	
	Лиственные породы	
1	Процентное содержание лиственных пород, %	
2	Средний объем хлыстов, м ³	
3	Выход деловых сортиментов, %	
4	Средняя длина деловых сортиментов, м	
5	Выход сортиментов специальных видов, %	
6	Средняя длина спецсортиментов, м	
7	Содержание дров, %	

Так, при раскряжевке хлыстов на установке ЛО-15А (см. Приложение 3.3) при среднем объеме хлыста $q_{хл} = 0,78 \text{ м}^3$, выходе деловой древесины длиной 2 м – 50 %, длиной 5 м – 40 %; выходе дровяной древесины 2 м – 5 %, длиной 5 м – 5 % средневзвешенная норма выработки равна:

$$H_{см} = 0,5 \cdot 146 + 0,4 \cdot 287 + 0,05 \cdot 190 + 0,05 \cdot 364 = 216 \text{ м}^3.$$

Норма выработки раскряжевочного оборудования при раскряжевке хвойных и лиственных хлыстов определяется как средневзвешенная величина в зависимости от долевого содержания пород:

$$H_{см} = a_x H_{см.х} + a_l H_{см.л}, \quad (3.2)$$

где $H_{см.х}$ и $H_{см.л}$ – норма выработки раскряжевочного оборудования при раскряжевке соответственно хвойных и лиственных хлыстов;

a_x и a_l – их доленое содержание в общем объеме.

При больших объемах производства, если на лесосеке организована попородная сортировка хлыстов и вывозка их ведется отдельно, целесообразно раскряжевочно-сортировочные потоки нижнего лесосклада специализировать отдельно на обработку хвойных и лиственных хлыстов.

Плановую производительность $\Pi_{план}$ раскряжевочного потока, как правило, устанавливают больше нормы выработки на 5–10 %.

Средний суточный объем ($Q_{ср.сут}$, м^3) раскряжевки хлыстов определяется по формуле

$$Q_{ср.сут} = \frac{Q_{год}}{T_{эф}}, \quad (3.3)$$

где $Q_{год}$ – годовой объем раскряжевки хлыстов, м^3 ;

$T_{эф}$ – число эффективных дней работы в году.

Необходимое число машино-смен n для выполнения годового объема по раскряжевке хлыстов составит

$$n = \frac{Q_{год}}{\Pi_{план}}, \quad (3.4)$$

где $\Pi_{план}$ – плановая производительность по раскряжевке хлыстов, $\text{м}^3/\text{см}$.

Потребное число раскряжевочных потоков H на нижнем складе определяется по количеству эффективных рабочих дней в году, принятых исходя из пятидневной рабочей недели (250–255 дней в году), и количеству смен технологического потока:

$$H = \frac{n}{K_{см} T_{эф}}. \quad (3.5)$$

Для определения числа сортировочных транспортеров необходимо рассчитать потребную скорость их тягового органа. Потребная скорость движения тягового органа транспортера ($V_{тр.пот}$, м/с) для обеспечения сортировки всех круглых лесоматериалов, получаемых в результате

раскряжевки хлыстов, определяется по формуле

$$V_{тр.ном} = \frac{P_{план} \cdot l_{ср}}{T \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot Q_{бр}}, \quad (3.6)$$

где $P_{план}$ – плановая сменная производительность оборудования для раскряжевки хлыстов, м³;

$l_{ср}$ – средняя длина выпиливаемых сортиментов, м;

T – продолжительность смены, сек;

φ_1 и φ_2 – соответственно коэффициенты использования рабочего времени ($\varphi_1 = 0,85$) и загрузки транспортера ($\varphi_2 = 0,8$);

$Q_{бр}$ – средний объем бревна, м³;

$$Q_{бр} = \frac{Q_{хл}}{m_c}, \quad (3.7)$$

где $Q_{хл}$ – средний объем хлыста, м³;

m_c – число сортиментов, выпиливаемых из хлыста, шт.

Примерные значения числа сортиментов m_c и длины хлыста в зависимости от среднего объема хлыста приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Число выпиливаемых сортиментов m_c при различных средних объемах хлыста

Порода хлыстов	Средний объем хлыста, $Q_{хл}$, м ³			
	0,2...0,3	0,3...0,4	0,4...0,5	0,5 и более
Хвойные	4...5	5...6	5...6	5...6
Лиственные	5...6	6...7	7...8	8...9
Средняя длина хлыста $l_{хл}$, м	12...14	14...16	18...20	20...22

Средняя длина выпиливаемых сортиментов $l_{ср}$ и их число m_c определяются исходя из процентного выхода отдельных видов деловых сортиментов и дров и их средней длины (Приложение 3.1). В том случае, если дрова после раскряжевки поступают на другой транспортер, это уменьшает объем сырья, поступающего на сортировку, и, следовательно, требуемую скорость тягового органа $V_{тр.ном}$.

Требуемая скорость движения тягового органа транспортера $V_{тр.ном}$ должна быть меньше паспортной скорости (Приложение 3.2), что обеспечит сортировку полученных сортиментов после раскряжевки хлыстов.

Необходимое число машино-смен для выполнения годового объема раскряжеванных хлыстов и число раскряжевно-сортировочных потоков следует рассчитать по трем режимам работы – при поступлении хвойных хлыстов, лиственных хлыстов и хлыстов смешанных пород. При этом число сортировочных транспортеров должно быть согласовано с числом раскряжевно-сортировочных потоков, чтобы обеспечить допустимую по технической характеристике скорость их тягового органа.

Отчет по лабораторной работе включает расчеты, необходимые для заполнения табл. 3.3 по всем трем режимам работы.

Таблица 3.3

Результаты расчетов по раскряжевно-сортировочному потоку

№ п/п	Показатели	Значения
	Номер варианта исходных данных Номер рисунка из альбома Годовой объем раскряжевки хлыстов, тыс. м ³	
	I режим работы (хвойные породы)	
1	Суточный объем раскряжевки, м ³	
2	Норма выработки на раскряжевку хлыстов, м ³	
3	Плановое сменное задание, м ³ /см	
4	Число эффективных дней работы в году	
5	Необходимое число машино-смен	
6	Потребное число раскряжевно-сортировочных потоков	
	II режим работы (лиственные породы)	
1	Суточный объем раскряжевки, м ³	
2	Норма выработки на раскряжевку хлыстов, м ³	
3	Плановое сменное задание, м ³ /см	
4	Число эффективных дней работы в году	
5	Необходимое число машино-смен	
6	Потребное число раскряжевно-сортировочных потоков	
	III режим работы (хвойные и лиственные породы)	
1	Суточный объем раскряжевки, м ³	
2	Норма выработки на раскряжевку хлыстов, м ³	
3	Плановое сменное задание, м ³ /см	
4	Число эффективных дней работы в году	
5	Необходимое число машино-смен	
6	Потребное число раскряжевно-сортировочных потоков	

Исходные данные для выполнения лабораторной работы

Номер варианта	Номер рисунка из альбома [1]	Годовой объем раскряжевки хлыстов, тыс. м ³	Таксационные характеристики хлыстов и выход сортиментов																			
			I режим. Хвойные породы					II режим. Листв. породы					III режим. Хвойные и лиственные породы									
													Хвойные породы / 50%					Лиственные породы / 50%				
			Средний объем хлыстов, м ³	Выход деловых сортиментов, %	Средняя длина деловых сортиментов, м	Выход спецсортиментов, %	Средняя длина спецсортиментов, м	Средний объем хлыстов, м ³	Выход деловых сортиментов, %	Средняя длина деловых сортиментов, м	Выход спецсортиментов, %	Средняя длина спецсортиментов, м	Средний объем хлыстов, м ³	Выход деловых сортиментов, %	Средняя длина деловых сортиментов, м	Выход спецсортиментов, %	Средняя длина спецсортиментов, м	Средний объем хлыстов, м ³	Выход деловых сортиментов, %	Средняя длина деловых сортиментов, м	Выход спецсортиментов, %	Средняя длина спецсортиментов, м
1	3.5	40	0,2-0,29	70	4,0	25	2	0,2-0,29	50	2	40	3	0,6-0,69	70	4,0	25	2	0,6-0,69	50	2	40	3
2	3.8	30	0,3-0,39	75	4,5	30	3	0,3-0,39	50	2	40	3	0,7-1,1	75	4,5	30	3	0,7-1,1	50	2	40	3
3	3.14	60	0,4-0,49	80	5,0	35	4	0,4-0,49	50	2	40	3	0,4-0,49	80	5,0	35	4	0,4-0,49	50	2	40	3
4	3.15	60	0,5-0,59	85	4,0	40	5	0,5-0,59	50	2	40	3	0,5-0,59	85	4,0	40	5	0,5-0,59	50	2	40	3
5	3.16	60	0,6-0,69	70	4,0	25	2	0,6-0,69	65	3	45	4	0,6-0,69	70	4,0	25	2	0,6-0,69	65	3	45	4
6	3.17	120	0,7-0,79	75	4,5	30	3	0,7-0,79	65	3	45	4	0,7-1,1	75	4,5	30	3	0,7-1,1	65	3	45	4
7	3.18	120	0,7-1,1	80	5,0	35	4	0,7-1,1	65	3	45	4	0,4-0,49	80	5,0	35	4	0,4-0,49	65	3	45	4
8	3.19	140	0,3-0,39	85	5,5	40	5	0,3-0,39	65	3	45	4	0,5-0,59	85	5,5	40	5	0,5-0,59	65	3	45	4
9	3.5	70	0,4-0,49	70	6,0	25	2	0,4-0,49	55	2	35	3	0,6-0,69	70	6,0	25	2	0,6-0,69	55	2	35	3
10	3.8	50	0,5-0,59	75	5,5	30	3	0,5-0,59	55	2	35	3	0,7-1,1	75	5,5	30	3	0,7-1,1	55	2	35	3
11	3.14	50	0,6-0,69	80	5,0	35	4	0,6-0,69	55	2	35	3	0,4-0,49	80	5,0	35	4	0,4-0,49	55	2	35	3
12	3.15	70	0,7-0,79	85	4,5	40	5	0,7-0,79	55	2	35	3	0,5-0,59	85	4,5	40	5	0,5-0,59	55	2	35	3
13	3.16	70	0,7-1,1	70	4,0	25	2	0,7-1,1	60	3	50	4	0,6-0,69	70	4,0	25	2	0,6-0,69	60	3	50	4
14	3.17	150	0,3-0,39	75	4,5	30	3	0,3-0,39	60	3	50	4	0,7-1,1	75	4,5	30	3	0,7-1,1	60	3	50	4
15	3.18	100	0,2-0,29	80	5,0	35	4	0,2-0,29	60	3	50	4	0,4-0,49	80	5,0	35	4	0,4-0,49	60	3	50	4
16	3.19	120	0,4-0,49	85	5,5	40	5	0,4-0,49	60	3	50	4	0,5-0,59	85	5,5	40	5	0,5-0,59	60	3	50	4
17	3.14	40	0,5-0,59	70	6,0	25	2	0,5-0,59	65	4	45	3	0,6-0,69	70	6,0	25	2	0,6-0,69	65	4	45	3
18	3.15	50	0,6-0,69	75	5,5	30	3	0,6-0,69	65	4	45	3	0,7-1,1	75	5,5	30	3	0,7-1,1	65	4	45	3
19	3.16	50	0,7-0,79	80	5,0	35	4	0,7-0,79	65	4	45	3	0,4-0,49	80	5,0	35	4	0,4-0,49	65	4	45	3
20	3.17	110	0,7-1,1	85	4,0	40	5	0,7-1,1	65	4	45	3	0,5-0,59	85	4,0	40	5	0,5-0,59	65	4	45	3

* Средняя длина дров из хвойных хлыстов – 2 м, из лиственных хлыстов – 3 м.

Основные технологические параметры сортировочных лесотранспортеров

Основные параметры	Марка сортировочного транспортера						
	ЛТ-182*	ЛТ-182-01*	ЛТ-86Б*	Б-22Е-02	ЛТ-44	ТТС	ЦТ-1
Тип тягового органа	Цепь разборная		Цепь разборная	Цепь кругло- звенная	Цепь разборная	Канат d=24 мм	Цепь пластичная
Способ сброски бревна	Гравитационная на две стороны		Гравитационная на одну сторону	Бревносбрасыватели различных типов			
Длина транспортера, м	75	118	130	120	150	300	240
Скорость тягового органа, м/с	1,2	1,2	0,8	0,7	0,65 0,8 0,98	0,65	0,7
Размеры сортиментов: длина, м диаметр, см	3,2 – 6,5 6-60	3,9 – 6,5 6-60	1,6 – 6,5 8-110	1,6 – 11 18 – 110	До 100	1,6 – 11	1,6 – 6,5
Количество мест сброски, шт.	До 16	До 24	До 20				
Способ натяжения тягового органа	Гидравлическое устройство			Винтовой	Ручной лебедкой	Контргруз 1,5 т	Винтовой
Расчетная часовая производительность, м ³	85	85	55				
Мощность двигателя, кВт	31	36,5	37	18,5	17	16	12

* Загрузка данных транспортеров только продольная, в том числе со специальных транспортеров Б-22Е-04.

Раскряжевка хлыстов на раскряжевочной установке ЛО-15А

Содержание работы: получение задания, подтаскивание и разделение пачки хлыстов и поштучная подача их на подающий транспортер раскряжевочной установки, оторцовка и раскряжевка хлыстов на сортименты, сброска сортимента со стола отмера длин на сортировочный транспортер раскряжевочной установки, осмотр пульта управления и релейных шкафов, проверка и подтяжка резьбовых креплений основных узлов установки, проверка уровня масла в гидравлической системе, пуск агрегатов вхолостую, смена пильного диска, уборка рабочего места, сдача и приемка работы.

Состав звена: 1 оператор раскряжевочной установки, 1 оператор манипулятора.

Нормы выработки в плотных м³, нормы времени в чел.-ч на 1 плотный м³

Средний объем хлыста, м ³	Сортименты	Средняя длина сортимента, м	ЛО-15А	
			Норма выработки	Норма времени**
1	2	3	4	5
0,14 – 0,21	Деловые сортименты	2	45	0,311
		3	61	0,230
		4	75	0,187
		5	86	0,163
	Кряжи для выработки специальных видов продукции и бревна*	2	29	0,483
		3	39	0,358
		4	49	0,286
	Дрова	5	56	0,250
		2	59	0,237
		3	78	0,179
		4	96	0,146
	0,22 – 0,29	Деловые сортименты	4	109
2			59	0,237
3			80	0,175
4			98	0,143
Кряжи для выработки специальных видов продукции и бревна*		5	122	0,115
		2	39	0,359
		3	51	0,274
		4	63	0,222
Дрова		5	73	0,192
		2	79	0,177
		3	101	0,139
		4	125	0,112
		5	144	0,097

Продолжение таблицы

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
0,30 – 0,39	Деловые сортименты	2	73	0,192
		3	100	0,140
		4	123	0,114
		5	140	0,100
	Кряжи для выработки специальных видов продукции и бревна*	2	47	0,298
		3	64	0,219
		4	79	0,177
		5	90	0,156
	Дрова	2	96	0,146
		3	127	0,110
		4	156	0,090
		5	178	0,079
0,40 – 0,49	Деловые сортименты	2	88	0,159
		3	119	0,118
		4	147	0,095
		5	170	0,082
	Кряжи для выработки специальных видов продукции и бревна*	2	56	0,250
		3	77	0,182
		4	95	0,147
		5	109	0,128
	Дрова	2	114	0,123
		3	151	0,093
		4	187	0,075
		5	215	0,065
0,50 – 0,75	Деловые сортименты	2	112	0,125
		3	153	0,092
		4	188	0,074
		5	218	0,064
	Кряжи для выработки специальных видов продукции и бревна*	2	72	0,194
		3	98	0,143
		4	121	0,116
		5	141	0,099
	Дрова	2	145	0,096
		3	194	0,072
		4	239	0,058
		5	278	0,050

Окончание таблицы

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
0,76 – 1,10	Деловые сортаменты	2	146	0,096
		3	200	0,070
		4	247	0,057
		5	287	0,049
	Кряжи для выработки специальных видов продукции и бревна*	2	94	0,149
		3	129	0,108
		4	159	0,088
		5	185	0,076
	Дрова	2	190	0,074
		3	254	0,055
		4	314	0,044
		5	364	0,038

* К бревнам относятся гидростроительные и мачтовые бревна, а также бревна для столбов.

** Нормативы времени на подготовительно-заключительную работу и обслуживание рабочего места – 25 мин, отдых и личные потребности – 10 мин, регламентированные технологические перерывы – 70 мин на смену.

Раскряжевка хлыстов электромоторными пилами ЭПЧ-3

Содержание работы: получение задания, разделение пачки хлыстов, обрезка козырька или оторцовка, осмотр и разметка хлыстов с учетом максимального выхода деловых сортиментов, раскряжевка, очистка разделочной площадки от порубочных остатков и снега, замена пильных цепей, ежесменное техническое обслуживание, сдача и приемка работы и инструмента.

Состав звена: 1 разметчик хлыстов, 1 раскряжевщик.

Нормы выработки в плотных м³ на пило-смену,
нормы времени в чел.-ч

Средний объем хлыста, м ³	Норма выработки	Норма времени	Норма выработки	Норма времени*
1	2	3	4	5
	Деловые сортименты средней длины хвойных (кроме лиственницы) и мягколиственных пород		Дрова средней длины хвойных (кроме лиственницы) и мягколиственных пород	
0,14 – 0,21	70	0,200	129	0,109
0,22 – 0,29	84	0,167	154	0,091
0,30 – 0,39	96	0,146	180	0,078
0,40 – 0,49	110	0,127	208	0,067
0,50 – 0,75	128	0,109	244	0,057
0,76 – 1,10	152	0,092	300	0,047
1,11 – 1,90	176	0,080	332	0,042
	Деловые сортименты средней длины твердолиственных пород, лиственницы		Дрова средней длины твердолиственных пород, лиственницы	
0,14 – 0,21	56	0,250	103	0,136
0,22 – 0,29	67	0,209	124	0,113
0,30 – 0,39	77	0,182	144	0,097
0,40 – 0,49	88	0,159	166	0,084
0,50 – 0,75	102	0,137	195	0,072
0,76 – 1,10	122	0,115	240	0,058
1,11 – 1,90	141	0,099	266	0,053

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5
	Деловые короткомерные и длинномерные сортаменты, кряжи для выработки специальных видов продукции, гидростроительные, мачтовые бревна и бревна для столбов хвойных (кроме лиственницы) и мягколиственных пород		Дровяные короткомерные сортаменты хвойных (кроме лиственницы) и мягколиственных пород	
0,14 – 0,21	34	0,418	53	0,264
0,22 – 0,29	40	0,350	64	0,219
0,30 – 0,39	48	0,292	74	0,189
0,40 – 0,49	56	0,250	84	0,167
0,50 – 0,75	60	0,233	94	0,149
0,76 – 1,10	72	0,194	114	0,123
1,11 – 1,90	86	0,163	134	0,104
	Деловые короткомерные и длинномерные сортаменты, кряжи для выработки специальных видов продукции твердолиственных пород, лиственницы		Дровяные короткомерные сортаменты твердолиственных пород, лиственницы	
0,14 – 0,21	27	0,519	42	0,333
0,22 – 0,29	32	0,438	51	0,275
0,30 – 0,39	38	0,368	59	0,237
0,40 – 0,49	45	0,311	67	0,206
0,50 – 0,75	48	0,262	75	0,187
0,76 – 1,10	57	0,245	91	0,154
1,11 – 1,90	68	0,206	107	0,131
	Кряжи средней длины хвойных (кроме лиственницы) и мягколиственных пород		Чураки хвойных (кроме лиственницы) и мягколиственных пород	
0,14 – 0,21	50	0,280	19	0,737
0,22 – 0,29	62	0,226	23	0,609
0,30 – 0,39	70	0,200	27	0,518
0,40 – 0,49	80	0,175	32	0,438
0,50 – 0,75	90	0,156	36	0,389
0,76 – 1,10	109	0,128	42	0,333
1,11 – 1,90	124	0,113	48	0,292

Окончание таблицы

1	2	3	4	5
	Кряжи средней длины твердолиственных пород, лиственницы		Чураки твердолиственных пород, лиственницы	
0,14 – 0,21	40	0,350	15	0,933
0,22 – 0,29	50	0,280	19	0,737
0,30 – 0,39	56	0,250	22	0,636
0,40 – 0,49	64	0,218	25	0,560
0,50 – 0,75	72	0,194	29	0,483
0,76 – 1,10	87	0,161	34	0,412
1,11 – 1,90	99	0,141	38	0,368

** Нормативы времени на подготовительно-заключительную работу и обслуживание рабочего места - 50 мин, на отдых и личные потребности – 50 мин на смену.*

Библиографический список

1. Меньшиков Б.Е. Малые нижние лесопромышленные склады: учеб. пособие для студентов вузов. Екатеринбург: УГЛТУ, 2004. 78 с.
2. Пятакин В.И. Технология и оборудование лесных складов и лесообрабатывающих цехов: учеб. пособие для вузов / В.И. Пятакин, А.К. Редькин, С.М. Базаров, А.Р. Бирман, Ю.А. Бит, И.В. Григорьев, А.А. Шадрин, А.Н. Чемоданов. М: ГОУ ВПО МГУЛ, 2008. 384 с.
3. Редькин А.К., Якимович С.Б. Математическое моделирование и оптимизация технологий лесозаготовок: учебник для вузов. М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2005. 504 с.

Содержание

<i>Введение</i>	3
<i>Лабораторная работа 1.</i> Проектирование склада сырья лесопромышленного предприятия	4
<i>Лабораторная работа 2.</i> Определение потребности в подъемно-транспортном оборудовании на нижних лесопромышленных складах	18
<i>Лабораторная работа 3.</i> Исследование технологических процессов раскряжевочно-сортировочных потоков нижних лесопромышленных складов	29
<i>Библиографический список</i>	42