

43.9

0-75

1193153



ОСНОВЫ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ЛЕСОСПЛАВНЫХ
ОБЪЕКТОВ

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛЕСОСПЛАВНЫХ ОБЪЕКТОВ

Допущено Государственным комитетом СССР по народному образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Лесоинженерное дело"



Москва
"ЭКОЛОГИЯ"
1992

1193153

ВОЛГАСКИЙ ЦЕНТР
ОБЛАСТНОЙ НАУЧНОЙ БИБЛИОТЕКИ
ИМ. И. В. ВАСИЛЬКОВА

13.9

43.906.1

0-75 УДК 630*378 (075.8)

Основы проектирования лесосплавных объектов /И.А. Беленов, Ю.Я. Дмитриев, В.И. Пятакин, В.К. Сербский. — М.: Экология, 1992, 128 с. ISBN 5-7120-0474-7

Приведены общие сведения о проектировании лесосплавных объектов, освещены особенности этого процесса на различных стадиях. Даны конкретные указания по проектированию береговых складов и плотниц, рейдов, запаней и других объектов. Рассмотрены вопросы организации лесосплавных работ, а также приведены расчеты гидрологических характеристик акваторий рейда и основных параметров машин и оборудования.

Для студентов лесотехнических вузов.

Табл. 28. Ил. 23. Библиогр.: 19 назв.

Рецензенты кафедра транспорта леса МЛТИ, канд. техн. наук Д.М. Шварц (ЦНИИлесосплава).

Учебное издание

**Беленов Илья Андреевич, Дмитриев Юрий Яковлевич,
Пятакин Василий Иванович,
Сербский Владимир Константинович**

Редактор *Н.И. Долгова*
Художник обложки *О.А. Кознов*
Художественный редактор *К.П. Остроухов*
Технический редактор *Г.П. Васильева*
Оператор *Т.А. Ермакова*
Корректор *Ж.А. Лобанова*

ИБ 2624

Подписано в печать 30.08.91. Формат 60x88/16. Бумага офсетная № 1. Гарнитура „Универс“. Печать офсетная. Усл. печ.л. 7,84. Усл. кр.-отт. 8,2. Уч.-изд.л. 7,56. Тираж 600 экз. Заказ 1324. „С” —21.

Издательство “Экология”. 101000, Москва, ул. Мясницкая, 40а

Московская типография № 9 НПО “Всесоюзная книжная палата” Госкомиздата, 109033, Москва, Волочаевская ул., 40

О 2902020000 — 237 — 28—92

037 (01) — 92

ISBN 5-7120-0474-7

© Беленов И.А., Дмитриев Ю.Я.,
Пятакин В.И., Сербский В.К.,
1992

ПРЕДИСЛОВИЕ

Наиболее экономичным и наименее энергоемким видом транспортирования леса является водный. Потребление энергии при транспортировании леса водой на сопоставимый объем работ в 4 раза меньше, чем при транспортировании его по железной дороге, и в 17 раз меньше, чем при транспортировании автомобилями. Умелое использование водных путей для транспортировки леса — главный путь к снижению напряженности железнодорожного и автомобильного транспорта.

Наряду со специальными дисциплинами при подготовке инженеров-технологов по специальности "Лесоинженерное дело" студенты изучают курс "Водный транспорт леса". Однако в имеющейся учебно-методической литературе отсутствуют вопросы проектирования лесосплавных объектов.

В учебном пособии впервые излагаются материалы, рассматривающие особенности и стадийность проектирования лесосплавных объектов, перечень разрабатываемой проектно-сметной документации, виды и состав изыскательских работ, приводятся указания по проектированию основных лесосплавных объектов: береговых складов и плотбищ, первоначального плотового и молевого сплава, сортировочно-сплотно-формировочных рейдов.

Учебное пособие составлено в соответствии с программой курса "Водный транспорт леса", утвержденной учебно-методическим управлением Государственного комитета по народному образованию СССР для студентов, обучающихся по специальности "Лесоинженерное дело". Изложенные в пособии сведения помогут студентам в изучении теоретического материала, а также при курсовом и дипломном проектировании. Его можно использовать и при повышении квалификации инженеров-технологов и инженеров-проектировщиков лесосплавных предприятий.

В создании пособия приняли участие: доцент ЛТА им. С.М. Кирова, канд. техн. наук Беленов И.А. — главы 4, 5, 6; профессор МПИ им. А.М. Горького, д-р техн. наук Дмитриев Ю.Я. — глава 5; профессор ЛТА им. С.М. Кирова, д-р техн. наук Патякин В.И. — глава 3; главный инженер ГЛТ Сербский В.К. — главы 1, 2.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Цель учебного пособия “Основы проектирования лесосплавных объектов” помочь студентам в изучении дисциплины “Водный транспорт леса”, и предназначено оно для студентов лесотехнических вузов. Изучая данную дисциплину, студенты сумеют овладеть методами расчета, порядком, основными особенностями и принципами проектирования лесосплавных объектов.

Безусловно, приведенный в пособии материал не может дать ответы на все вопросы, возникающие при проектировании. Из-за ограниченного объема в учебном пособии изложены основные положения и порядок проектирования, конкретные примеры расчета и решения задач опущены. Авторы предполагают, что при изучении этой дисциплины и решении конкретных практических задач студенты будут пользоваться дополнительной литературой.

Пособие состоит из шести разделов. В первых двух из них приводятся основные требования и стадийность проектирования, состав проектно-сметной документации.

В третьем разделе изложены порядок проектирования организации работ на береговых складах и плотбищах: обоснование требований к береговым складам и плотбищам, разработки технологии работ на них.

В четвертом и пятом разделах излагается проектирование организации первоначального лесосплава и рейдовых работ: обосновываются и разрабатываются технологии проведения молевого и плотового лесосплава, обосновываются тип и конструкции элементов сортировочно-сплотно-формировочного рейда с использованием новых лесосплавных машин и оборудования. Здесь же подробно освещаются вопросы связи, сигнализации, охраны труда и техники безопасности.

В шестом разделе студенты найдут рекомендации по расчету основных параметров сплотночных машин, элементов формировочного такелажа, устойчивости судов, усилия подъема топляка, в чем очень часто возникает потребность при курсовом и дипломном проектировании.

Качество освоения материала студент может проверить при ответах на контрольные вопросы, помещенные в каждом разделе пособия. При ответах на вопросы студенту необходимо не только фактическое усвоение материала, но и умение анализировать технологические решения, параметры машин и агрегатов и выбрать правильное решение.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛЕСОСПЛАВНЫХ ОБЪЕКТОВ

1.1. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ, ТРЕБОВАНИЯ И СТАДИЙНОСТЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛЕСОСПЛАВНЫХ ОБЪЕКТОВ

Проектирование новых и реконструкция действующих лесосплавных предприятий, а также их отдельных частей производится в соответствии с "Инструкцией по разработке проектов и смет для промышленного строительства" с учетом специфических особенностей лесосплава.

Выбор районов строительства новых лесосплавных предприятий при вовлечении в эксплуатацию лесных массивов, расположенных в бассейнах рек, реконструкция действующих предприятий должны начинаться с разработки технико-экономического обоснования (ТЭО) или технико-экономического расчета (ТЭР), на основании которых определяется экономическая целесообразность и хозяйственная необходимость строительства и реконструкции объектов лесосплава. Стадийность разработки проектно-сметной документации определяется инстанцией, утверждающей ТЭО (ТЭР), с учетом необходимости дальнейшей детализации и уточнения основных технических решений.

Проектирование технически несложных объектов, строительство которых осуществляется преимущественно по типовым и повторно применяемым проектам, выполняется в одну стадию, т. е. после утверждения ТЭО и ТЭР разрабатывается рабочий проект.

Все сложные объекты, требующие для осуществления значительных капитальных затрат, а также длительного срока проектирования и строительства, выполняются в 2 стадии, т. е. после утверждения ТЭО (ТЭР) разрабатывается проект, а затем рабочая документация.

При разработке ТЭО (ТЭР) на организацию сплава леса или на новое строительство или реконструкцию рейдов по переработке леса должны учитываться решения, принятые в генеральных схемах, в схемах транспортного освоения лесных бассейнов или бассейнов рек в части объемов леса, подлежащих пуску в сплав, и пунктов примыкания дорог к рекам, по которым предусматривается сплав.

Проектируемые лесосплавные предприятия должны обеспечивать народному хозяйству бесперебойную поставку лесоматериалов в установленные сроки без потерь и с высокими технико-экономическими показателями. Очередность строительства и ввода в эксплуатацию лесосплавных предприятий устанавливается в зависимости от последовательности освоения лесных массивов. Освоение лесов, тяготеющих к сплавной магистрали, должно назначаться с учетом ее возможной лесопропускной способности.

Производственная мощность предприятий по лесосплаву определяется

с учетом планируемых объемов лесозаготовки и лесопропускной способности рек, а мощность лесосплавных рейдов и лесных портов, обеспечивающих переброску лесных грузов с одного вида транспорта на другой, определяется с учетом планируемых объемов лесозаготовки и лесосплава по рассматриваемому району.

При расчетах ввода в эксплуатацию мощностей вновь строящихся или реконструируемых лесосплавных предприятий следует руководствоваться нормами продолжительности строительства предприятий.

При разработке проектно-сметной документации на всех стадиях проектирования необходимо руководствоваться законами РФ, указами Президента и парламента России, решениями Правительства, а также нормативными актами и документами по проектированию и строительству:

- государственными стандартами по проектированию и строительству;
- нормами технологического и строительного проектирования;
- каталогами на оборудование;

- общесоюзными и территориальными строительными каталогами типовых сборных железобетонных, металлических, деревянных и асбестоцементных конструкций и изделий.

При проектировании лесосплавных предприятий должны обеспечиваться:

- коренное улучшение лесосплавных путей и рейдовых акваторий с приведением их в техническое состояние;

- полное прекращение молевого сплава, если это технически возможно и экономически целесообразно, путем перехода на плотовой лесосплав на базе береговой сплотки сортиментов или хлыстов, а также организации судовых перевозок леса;

- реализация достижений науки, техники и передового отечественного и зарубежного опыта, с тем, чтобы построенные и реконструированные предприятия ко времени ввода их в действие были технически передовыми и обеспечивали выпуск продукции высокого качества в соответствии с научно обоснованными нормативами по затратам труда, сырья, материалов и топливно-энергетических ресурсов, утвержденных по отраслям народного хозяйства;

- высокий технико-экономический уровень проектируемых объектов, повышение производительности труда и сокращение расхода материальных ресурсов при их строительстве и эксплуатации, а также снижение доли строительно-монтажных работ и стоимости строительства;

- широкое использование высокоэффективных процессов производства, комплексной механизации и автоматизации производственных процессов и дальнейшего сокращения ручного труда;

- использование наиболее экономичных транспортных схем завоза сырья, топлива, материалов;

рациональное использование земель, охрана окружающей природной среды.

В рабочих проектах должны приводиться данные о соответствии принятых технологий, оборудования, строительных решений, организации производства и труда новейшим достижениям отечественной и зарубежной науки и техники и прогрессивным удельным показателям, а также решения по рациональному и экономному использованию трудовых, материальных и энергетических ресурсов в строительстве с указанием удельных показателей их расхода на единицу создаваемой мощности.

В проектах на отдельные сооружения и устройства лесосплавных предприятий должны широко использоваться типовые проекты и типовые строительные конструкции высокой заводской готовности, а также использоваться для строительства местные материалы. Сооружения и устройства должны соответствовать установленным нормам прочности, устойчивости и долговечности с учетом сроков их действия.

1.2. СОСТАВ ПРОЕКТНО-СМЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Разработка рабочих проектов и проектов на строительство объектов лесосплава осуществляется непосредственно на основе утвержденных ТЭО (ТЭР), материалов по выбору площадки (трассы) для строительства, а также в соответствии с заданием на проектирование.

Разработка их ведется без излишней детализации в составе и объеме достаточном для обоснования принимаемых проектных решений, определения объемов основных строительного-монтажных работ, потребности в оборудовании, строительных конструкциях, материальных, топливно-энергетических, трудовых и других ресурсах.

Разделы рабочего проекта и проекта на строительство должны излагаться в четкой лаконичной форме, характеризовать и обосновывать принципиальные проектные решения с учетом вариантов проработок, а приводимые показатели и итоговые данные расчетов и обоснований — оформляться в основном в табличной форме.

Графическая документация в составе рабочего проекта и проекта должна составляться, как правило, с максимально возможным совмещением изображения проектных решений.

По зданиям и сооружениям, строительство которых намечается выполнять только по типовым и повторно применяемым экономичным индивидуальным проектам, привязка указанных проектов к конкретной площадке осуществляется на весь объем строительства.

При применении оборудования индивидуального изготовления в соответствующих разделах рабочего проекта и проекта на строительство должны приводиться исходные требования на разработку этого оборудования, включая нетиповое и нестандартизированное.

В случаях выполнения научно-исследовательских и опытно-экспериментальных работ в процессе проектирования и строительства в материалах проекта должен приводиться их перечень с краткой характеристикой и обоснованием необходимости выполнения этих исследований и работ.

В рабочий проект и проект на новое строительство, расширение и реконструкцию действующих предприятий, зданий и сооружений должны входить следующие разделы:

- общая пояснительная записка;
- генеральный план и транспорт;
- технологические решения;
- управление предприятием, организация труда рабочих и служащих;
- строительные решения;
- организация строительства;
- охрана окружающей природной среды;
- жилищно-гражданское строительство;
- заказные спецификации оборудования;
- сметная документация;
- паспорт рабочего проекта (проекта на строительство).

В состав рабочего проекта в качестве его раздела включается также рабочая документация, которая разрабатывается в целом на строительство предприятия, здания и сооружения при продолжительности строительства до двух лет, а при большей продолжительности — на годовой объем строительного-монтажных работ.

На отдельные объекты, входящие в состав предприятия, и сооружения со сроками строительства до одного года рабочая документация разрабатывается и выдается в целом на эти объекты.

В состав рабочей документации на строительство предприятий, зданий и сооружений должны входить:

рабочие чертежи, разрабатываемые в соответствии с требованиями государственных стандартов СПДС;

сметная документация, составленная в порядке, установленном Инструкцией и Методическими указаниями по определению стоимости строительства предприятий, зданий, сооружений и составлению сводных сметных расчетов и смет;

ведомости и сводные ведомости потребности в материалах, составленные по видам строительных и монтажных работ;

ведомости объемов строительного-монтажных работ;

заказные спецификации на оборудование;

опросные листы, габаритные чертежи на соответствующие виды оборудования и изделий;

исходные требования на разработку конструкторской документации на оборудование индивидуального изготовления (включая нетиповое и нестандартизированное оборудование), по которому исходные

требования в рабочем проекте (проекте на строительство) не разрабатывались.

Для определения сметной стоимости проектируемых предприятий, зданий, сооружений составляется следующая документация:

в составе рабочего проекта (при одностадийном проектировании) — сводный сметный расчет; сводка затрат; объектные и локальные сметы (при продолжительности строительства до двух лет, а также при строительстве, осуществляемом по типовым и повторно применяемым проектам); объектные и локальные сметные расчеты (при продолжительности строительства свыше двух лет, на объем работ первого года строительства — объектные и локальные сметы); сметы на проектные и изыскательские работы;

в составе проекта на строительство (при двухстадийном проектировании) — сводный сметный расчет; сводка затрат; объектные и локальные сметы; сметы на проектные и изыскательские работы;

в состав рабочей документации — объектные и локальные сметы.

К сметной документации в составе утверждаемого рабочего проекта (проекта на строительство) прикладывается пояснительная записка, в которой должны быть приведены:

ссылка на территориальный район, где расположено строительство, в соответствии с распределением территории страны по районам;

указание, в ценах и нормах какого года составлена сметная документация;

перечень каталогов единичных расценок, принятых для составления смет на строительство объектов;

наименование подрядных строительно-монтажных организаций;

размеры накладных расходов;

порядок определения сметной стоимости строительных работ;

порядок определения сметной стоимости оборудования и его монтажа;

порядок определения средств по главам 8 . . . 12 сметного расчета.

1.3. ВИДЫ И СОСТАВ ИЗЫСКАТЕЛЬСКИХ РАБОТ

Проектирование лесосплавных объектов ведется на основании материалов, полученных от изыскательских работ по лесосплавным обследованиям, гидрологии рек, топографии (гидрографии) и геологии, аэрофотосъемке.

В зависимости от стадии проектирования, класса капитальности зданий и сооружений назначаются различные виды изыскательских работ и точность их исполнения.

Для разработки ТЭО по организации лесосплава леса по реке или определенному бассейну, должны быть выполнены следующие основные виды изыскательских работ: аэрофотосъемка; лесосплавные обследования; инженерно-геологические работы; гидрологические работы; экономические работы.

По материалам аэрофотосъемки реки создаются планы (фотосхемы), для проведения лесосплавных обследований и других необходимых работ.

Указанные планы (фотосхемы) дают возможность при проведении лесосплавных обследований определиться с гидрографическим состоянием рек и решать вопросы устройства реки при организации проведения сплава леса.

Для разработки рабочего проекта (проекта на строительство) на здания, сооружения и устройства предусматривается проведение следующих видов изыскательских работ: русловая гидрографическая съемка; топографическая съемка; инженерно-геологические работы; гидрологические работы.

Состав и объемы изыскательских работ по топографии и геологии определяются на основании действующих и утвержденных Методических указаний на проведение топографических и инженерно-геологических работ.

Состав и объемы изыскательских работ на проведение гидрологических работ зависят от изученности реки, размещения водомерных постов и створов по определению расходов воды, а также скоростей течения и определяются в каждом случае отдельно. Объемы и состав работ по лесосплавным обследованиям зависят от фактической протяженности рек и назначения проведения обследований.

Все выполненные изыскательские работы, в зависимости от вида, обрабатываются и оформляются в отчет. Отчеты прикладываются к материалам ТЭО, рабочего проекта или проекта.

1.4. КЛАССИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ПО КАТЕГОРИЯМ И КЛАССУ КАПИТАЛЬНОСТИ

Объекты строительства на лесосплаве в зависимости от их народнохозяйственного значения и объема производства подразделяются на четыре категории и определяются по табл. 1.1

В составе основного производства лесосплавного предприятия, в зависимости от назначения, могут применяться постоянные и временные гидротехнические сооружения. К постоянным относятся гидротехнические сооружения, используемые в течение всего периода эксплуатации объекта. К временным — гидротехнические сооружения, используемые в период строительства объекта или ремонта постоянных сооружений.

Постоянные гидротехнические сооружения, в зависимости от их назначения, подразделяются на основные и второстепенные. К основным относятся гидротехнические сооружения, прекращение работы которых в случае аварии или ремонта влечет за собой прекращение или значительное сокращение судоходства, лесосплава или деятельности лесного порта. К второстепенным — гидротехнические сооружения, разрушение

Таблица 1.1

Категория объектов строительства	Лесосплавные пути		Лесосплавные рейды и лесные порты	
	Характеристика	Навигационный объем лесо-сплава, млн. м ³	Характеристика	Навигационный грузооборот рейда или лесного порта, млн. м ³
I	Реки, по которым возможен плотовой сплав и перевозка леса в судах в течение всего навигационного периода или плотовой лесосплав и перевозка леса в судах возможны только в полноводный период	Более 3,5	Коренные и промежуточные запаны, формировочные рейды с береговой сплоткой, сортировочно-сплоточно-формировочные рейды и переформировочные рейды, рейды приплава и лесные порты на реках, водохранилищах и озерах	Более 3,5
II	Реки, по которым в полноводный период возможен плотовой лесосплав и перевозка леса в судах, а в межень — молевой лесосплав	3,5 ... 1	Коренные и промежуточные запаны, формировочные рейды с береговой сплоткой, сортировочно-сплоточно-формировочные и переформировочные рейды приплава и лесные порты на реках, водохранилищах и озерах	3,5 ... 1
III	Реки, по которым в полноводный период возможен плотовой лесосплав, а в межень — молевой лесосплав только на повышенных уровнях	1 ... 0,3	То же	1 ... 0,3
IV	Реки, по которым в полноводный период возможен плотовой или только молевой лесосплав; в межень в обоих случаях — молевой лесосплав	Менее 0,3	"	Менее 0,3

Примечания: 1. Навигационный объем сплава для отдельно взятой реки принимается по выходному створу (магистральные реки или их участки, притоки).
2. Лесные порты на морях по категориям объектов лесосплавного строительства не классифицируются.

которых не влечет за собой указанных выше последствий для основных сооружений.

Разделение сооружений на основные и второстепенные производится согласно табл. 1.2.

Т а б л и ц а 1.2

Лесосплавные пути	Лесосплавные рейды и лесные порты в речных условиях	Лесные порты в условиях водохранилищ и озер
Промежуточные поперечные и продольные запаны Лесосплавные плотины, бревноспуски и дамбы	<p align="center">Основные сооружения</p> Коренные запаны, обновка лесохранилищ, лесопроводы Вспомогательные запаны, сортировочно-сплотно-формировочные устройства, формировочные причалы, конструкции для механизации продвижения древесины на тиховодных рейдах Рейдовые плотины	Гидротехнические сооружения порта Механизированные причалы, крановые опоры, сооружения при наличии на них подъемных и транспортных механизмов
Лесосплавные каналы и лотки, головные и сбросные сооружения при них	<p align="center">Механизированные причалы лесных грузов</p>	Волнозащитные, оградительные и берегоукрепительные сооружения, повреждение которых приостанавливает нормальную работу других основных сооружений —
Оградительные сооружения, обеспечивающие сохранность отстоя лесосплавного флота, наплавных сооружений и др.	<p align="center">Второстепенные сооружения</p> Лесонаправляющие сооружения, русловыпрямительные и берегоукрепительные сооружения, ледозащитные сооружения, струенаправляющие дамбы	Берегоукрепительные сооружения, частичное разрушение которых не нарушает работы основных сооружений

Класс капитальности гидротехнических сооружений лесосплавного назначения должен приниматься в зависимости от категории объекта и определяется по табл. 1.3.

Временные гидротехнические сооружения лесосплавного назначения относятся к IV классу. Класс временных сооружений при надлежном обосновании допускается повышать, если авария этого сооружения может вызвать последствия катастрофического характера для строительной площадки, населенных пунктов, сооружений и предприятий или значи-

Таблица 1.3

Наименование сооружений	Класс капитальности в зависимости от категории объектов строительства			
	I	II	III	IV
Основные				
I. Наплавные гидротехнические сооружения				
Коренные и промежуточные запаны при объеме переходящего остатка леса свыше 200 тыс. м ³ с обновкой лесохранилища	III	III	III	—
Коренные и промежуточные запаны при объеме переходящего остатка леса менее 200 тыс. м ³ с обновкой лесохранилища	—	IV	IV	IV
Рейдовые сооружения (сортировочно-сплотно-формирующие устройства)	III	III	IV	IV
Плавучие волноломы, а также сооружения и устройства плотбищ на озерах и водохранилищах	III	III	IV	IV
II. Гидротехнические сооружения				
Лесосплавные плотины (деревянные, земляные, бетонные и железобетонные)	III	III	IV	IV
Отдельные специальные сооружения для пропуска леса (плотоходы и бревно-спуски)	III	III	IV	IV
Лесосплавные каналы и лотки с головными и сбросными сооружениями при них с суточной пропускной способностью более 5000 м ³	III	III	III	III
То же, с пропускной способностью менее 5000 м ³	IV	IV	IV	IV
Постоянные сооружения лесных портов на реках, водохранилищах и озерах:				
оградительные	III	III	III	IV
причальные	III	III	III	III
Дамбы обвалования населенных пунктов	III	III	III	III
Второстепенные				
I. Наплавные гидротехнические сооружения				
Береговая и русловая обновка лесосплавной трассы и промежуточных лесохранилищ, лесопроводы, вспомогательные и резервные запаны	IV	IV	IV	IV
II. Гидротехнические сооружения				
Регуляционные сооружения из грунта с хворостяными и каменными креплениями, из железобетонных туюфков или бетонных плит, сооружения с использованием ряжевых и свайных конструкций	IV	IV	IV	IV

Наименование сооружений	Класс капитальности в зависимости от категории объектов строительства			
	I	II	III	IV
Струенаправляющие, разделительные дамбы, берегоукрепительные сооружения, ремонтные заграждения и др.	IV	IV	IV	IV
Механизированные причалы по неосновным грузам, оградительные и ледозащитные сооружения второстепенного значения и др.	IV	IV	IV	IV

тельную задержку возведения основных сооружений объектов I, II и III классов.

Класс отдельных основных сооружений допускается повышать или понижать против установленного (см. табл. 1.3) в случаях, указанных в главе Строительные нормы и правила по проектированию гидротехнических сооружений (речных).

Все запани III и IV классов, располагаемые на судоходных реках или в устьях притоков судоходных рек, а также в непосредственной близости от нижерасположенных крупных сооружений (мостов, гидростанций), относятся к I категории сооружений.

Кроме сооружений основного производства, в состав проекта лесосплавных предприятий входят объекты обслуживающего и вспомогательного назначения:

- ремонтное и судоремонтное хозяйство, судоверфи и запани;
- подъездные и хозяйственные дороги;
- энергетическое хозяйство;
- устройство слаботочного хозяйства;
- такелажные базы и склады;
- склады горюче-смазочных материалов;
- разгрузочно-погрузочные пристани;
- гаражное хозяйство;
- санитарно-технические сооружения и инженерные сети.

Кроме категории и класса капитальности объектов строительства, при проектировании лесосплавных мероприятий необходимо использовать нормативные показатели обеспеченности уровней расходов и скоростей течения. В табл. 1.4 приведены количественные показатели обеспеченности различных объектов проектирования.

При определении внешних нагрузок для расчета прочности лесосплавных сооружений расчетная величина наибольших расходов, уровней и скоростей течения воды за период работы сооружений принимается согласно табл. 1.5.

Таблица 1.4

Объекты проектирования	Наименование нормативного показателя	Количественное выражение показателя обеспеченности, %
1. Береговые склады с механизированной сплоткой леса, независимо от ее объема	Максимальные уровни весеннего половодья и летних паводков вероятностью превышения за многолетний период	5
2. Береговые склады межнавигационного хранения леса для складов с единовременным хранением, тыс. м ³ :	То же	10
до 100	"	5
более 100	Минимальный уровень за период вывода плотов с плотбища обеспеченностью в многолетнем ряду	95
3. Водосъемные плотбища (снятие плотов паводком, планировка и углубление плотбищ)	То же	95
4. Габариты лесосплавной трассы на участках плотбищ, подходах к ним и на транзите в период прохождения первоначального плотового лесосплава	Маловодный год, выбранный по стоку за период лесосплава обеспеченностью в зависимости от категории объекта лесосплавного строительства для рек с навигационным объемом сплава, тыс. м ³ :	95
5. Расчет леспропускной способности для естественного незарегулированного состояния рек	более 3500	95
	3500 . . . 1000	90
	1000 . . . 300	85
	Менее 300	80
6. Путевые мероприятия (выплав, дноуглубление и простейшие строительно-мелиоративные работы) по улучшению затруднительных участков на лесосплавных реках	Минимальный уровень воды за период лесосплава обеспеченностью в многолетнем ряду в зависимости от категории объекта лесосплавного строительства	По пунктам 4 и 5 данной таблицы
7. Дноуглубительные работы для целей лесосплава на судоходных и временно судоходных реках	Проектный горизонт воды за многолетний период обеспеченностью в зависимости от класса внутренних водных путей:	95 . . . 99
	I	95 . . . 97
	II	90 . . . 95
	III	85 . . . 95
	IV	95
	V, VI	80
	VII	

Объекты проектирования	Наименование нормативного показателя	Количественное выражение показателя обеспеченности, %
8. Трассирование обонки лесосплавного пути для молевого лесосплава и лесосплава вольницей в периоды:	Максимальный уровень воды за период лесосплава обеспеченностью в многолетнем ряду в зависимости от категории объекта строительства для рек с навигационным объемом лесосплава, тыс. м ³ :	5 10 15 20
половодья или летних паводков (на высоких горизонтах)	более 3500 3500 . . . 1000 1000 . . . 300 менее 800	
в меженный период для ограждения участков с недостаточными глубинами	Наинищий уровень воды за период лесосплава в маловодном году обеспеченностью в зависимости от категории объекта строительства	По пункту 5 данной таблицы
9. Берегоукрепительные сооружения (одерновка, мощение и другие покрытия откосов) на лесосплавных реках в местах размещения складов, поселков, рейдов и т. п.	Скорость течения, соответствующая максимальному расходу воды за навигационный период, вероятностью превышения в многолетнем ряду	10
10. Обеспечение необходимыми глубинами размещения лесосплавных рейдов и подходов к ним	Уровень воды за период работы рейда обеспеченностью в многолетнем ряду	90
11. Расчет вместимости лесохранилищ	Расчетный год по водности за период эксплуатации лесохранилища обеспеченностью в многолетнем ряду: для лесосплавных рейдов I, II и III категорий для лесосплавных рейдов IV категории	50 30
12. Трассирование обонки лесохранилищ для предупреждения:	Уровень воды и скорость течения, соответствующие максимальному расходу за время эксплуатации лесохранилища, вероятностью превышения в многолетнем ряду	По проценту, принятому для расчета запани согласно таблице 1.5
выноса леса в обход запани		

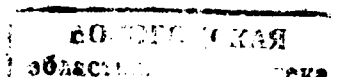
Объекты проектирования	Наименование нормативного показателя	Количественное выражение показателя обеспеченности, %
разноса леса по пойме	Максимальные уровни воды за время эксплуатации лесохранилища вероятностью превышения в многолетнем ряду	10
обсушка леса на отмелях	Уровень воды за период эксплуатации лесохранилища обеспеченностью в многолетнем ряду:	
	для лесосплавных рейдов I, II, III категории	50
	для лесосплавных рейдов IV категории	30
13. Определение трудозатрат и количества оборудования	Расчет потребности рабочих и оборудования производится по году	50

Примечание. 1. Расчетная обеспеченность в процентах уровней, расходов воды или годов по водности (стоку) за принятые периоды лесосплавных работ указывает число лет из ста, в течение которых будет обеспечен соответствующий нормативный показатель.

Таблица 1.5

Наименование лесосплавных сооружений	Категория объектов строительства	Класс сооружений	Расчетная обеспеченность наибольших расходов воды в многолетнем ряду за период работы сооружений, %	
Лесонаправляющие и ограждающие сооружения	I ... II	IV	5	
	III	IV	10	
	IV	IV	10	
Лесонаправляющие и ограждающие сооружения временного назначения	I ... IV	IV	10	
Коренные и промежуточные лесозадерживающие сооружения (запаны) при объеме максимального переходящего остатка леса, тыс. м ³				
	200 и более	I	III	2
	менее 200	II	IV	5

1192153



Наименование лесосплавных сооружений	Категория объектов строительства	Класс сооружений	Расчетная обеспеченность наибольших расходов воды в многолетнем ряду за период работы сооружений, %
Располагаемые на судоходных реках или в устьях протоков судоходных рек, а также вблизи мостов, ГЭС и крупных сооружений	I	IV ... VI	1 ... 2
Вспомогательные поперечные и продольные запаны	II ... IV	IV	10
Рейдовые устройства	I ... II	III	5
		IV	10
		IV	10
Рейдовые устройства временного назначения с периодом эксплуатации не более двух навигаций	I ... IV, V	V	10

Контрольные вопросы

1. Кем определяется стадийность разработки проектно-сметной документации?
2. Из каких разделов состоит рабочий проект на строительство новых предприятий и сооружений?
3. Из каких документов состоит рабочая документация проекта?
4. Какая документация составляется при определении сметной стоимости проектируемых предприятий?
5. Какие виды изыскательских работ выполняются для разработки ТЭО?
6. По каким признакам лесосплавные объекты подразделяются на категории?
7. Какие расчетные обеспеченности гидрологических характеристик берутся при расчетах лесопропускной способности рек с объемами сплава от 1 до 0,3 млн. м³ и менее 0,3 млн. м³?
8. Какие расчетные обеспеченности расходов и скоростей течения воды в многолетнем ряду берутся для расчета прочности запаней с объемом переходящего остатка более и менее 200 тыс. м³ древесины?

2. УКАЗАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЛЕСОСПЛАВНЫХ ОБЪЕКТОВ

2.1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ БЕРЕГОВЫХ СКЛАДОВ И ПЛОТБИЦ

Общие положения

К береговым складам относятся, как правило, незатопляемые лесные склады в пунктах примыкания лесовозных дорог к водным путям транспорта (к судоходным и к лесосплавным путям с плотовым и молевым сплавом).

В условиях примыкания берегового склада к водным путям должны быть предусмотрены специальные лесопуски бревен и пучков, площадки для плотбищ и рейды для формирования плотов. При проектировании береговых складов, производящих отгрузку леса и щепы в судах, предусматриваются причалы в количестве, обеспечивающем выполнение норм времени по погрузке судов. При проектировании береговых складов, примыкающих к лесосплавным путям с молевым лесосплавом, рекомендуется сооружения для раскряжевки хлыстов размещать на берегу реки с таким расчетом, чтобы в период прохождения лесосплава была возможность сброски сортиментов на воду непосредственно от мест раскряжевки без штабелевки. При этом крупные лесоматериалы, требующие подготовки и просушки, должны быть отобраны и уложены в штабеля.

Сортировка круглых лесоматериалов на береговых складах, примыкающих к водным путям с плотовым лесосплавом, должна производиться в соответствии с местными техническими условиями на сплотку, формировку и поставку лесоматериалов потребителю. Сортировка круглых лесоматериалов на береговых складах, примыкающих к лесосплавным путям с молевым лесосплавом, производится на группы в соответствии с требованиями подготовки леса к сплаву по отдельным бассейнам.

Площадка для раскряжевки, сортировки, сплотки и хранения леса, расположенная у водного пути, должна удовлетворять следующим требованиям:

- площадка должна быть незатапливаемой и располагаться у прямолинейного участка водного пути с крутыми откосами;

- поверхность площадки должна быть ровной, без значительных рытин, холмов и оврагов, с уклоном в сторону реки не более $5 \dots 7^\circ$;

- берег на участке склада и подходах к нему, как правило, не должен размываться водой;

- площадка для хранения лесоматериалов должна обеспечивать удобство примыкания лесовозной дороги к складу и выполнения работ по раскряжевке, сортировке, сплотке, штабелевке и последующей сброске леса с берега на воду.

Количество участков сброски леса на воду или длина фронта сброски должны обеспечивать проектируемую интенсивность подачи, определяемую продолжительностью лесосплава и лесопропускной способностью реки.

Русло реки, озера (водохранилища) на участке около склада и ниже его должно отвечать следующим требованиям:

- необходимая глубина в зависимости от вида лесосплава должна быть обеспечена на рейде и на нижележащем участке реки в течение всего навигационного периода;

- не должно быть участков реки с обратными течениями или тиховод-

ных, с отмелями и песчаными косами, вызывающими заломы в период подачи на воду молевого леса при минимальных уровнях воды.

Участки склада для хранения леса допускается размещать и на затопляемом берегу при соблюдении следующих условий:

глубина затопления площадки не должна превышать одной трети высоты штафеля при прохождении паводка обеспеченностью 5 % при грузообороте склада более 100 тыс. м³ и обеспеченностью 1 % при грузообороте до 100 тыс. м³;

площадка склада с расположенными на ней штабелями леса и необходимыми сооружениями должна быть защищена от воздействия ледохода или возможно искусственное ее ограждение путем устройства специальных ледозащитных сооружений.

Береговые склады, примыкающие к судоходным или временно судоходным водным путям, должны располагаться на участках с глубинами на подходах к фронту погрузки не менее осадки груженных судов с донным запасом.

Требования к плотбицам

Плотбища проектируются как составная часть береговых складов, примыкающих к водным путям с плотовым лесосплавом или лесосплавом отдельных сплоточных единиц. Они выбираются на затопляемых берегах рек или на льду озер и водохранилищ.

Площадки, используемые под плотбища, должны удовлетворять следующим требованиям:

глубина затопления и длительность стояния расчетного уровня воды на плотбищах должны обеспечивать всплытие сплоточных единиц или плотов и их вывод на лесосплавной путь при расчетных уровнях, принятых по нормативным показателям;

отметка дна плотбища определяется исходя из расчетного уровня воды, наибольшей осадки пучков и донного запаса;

площадка не должна затопливаться в период ледообразования, если отметка дна плотбища ниже отметки горизонта воды в период ледообразования, то рекомендуется устройство площадки с отметкой выше горизонта ледообразования, где укладывается часть плотов, подлежащих выводу при наивысших горизонтах воды;

площадки должны иметь естественный выход или обеспечивать возможность устройства искусственного выхода с плотбища;

открытые плотбища должны быть защищены от ледохода или иметь возможность ограждения их искусственными лесозащитными сооружениями;

должна обеспечиваться возможность формирования плотов на плотбище или вблизи на воде у причалов, в местах вывоза секций с плотбищ.

Площадки, используемые под неводосъемные плотбища, должны удовлетворять следующим требованиям:

возвышение бровки плотбища над минимальным уровнем воды в период спуска сплоточных единиц должно быть не более 5 м;

береговые откосы должны иметь достаточную устойчивость к размыву;

поверхность плотбища должна быть ровной и иметь плотный грунт (уклон площадки в сторону реки допускается до 10°);

глубина реки на участке вдоль плотбища в период сброски сплоточных единиц должна быть не менее осадки сплоточной единицы с донным запасом, равным 0,5 м;

необходим естественный или искусственно спланированный откос берега под углом до 25° или специальный съезд к воде.

Участок размещения берегового склада леса для навигационной формирования плотов на воде должен удовлетворять следующим требованиям:

площадка склада должна быть незатопляемой;

глубины в реке за период сплотки должны обеспечивать проплавание плотов запроектированной осадки;

ширина и длина участка реки должны быть достаточными для размещения всех рейдовых сооружений;

лесопропускная способность на лимитирующих участках реки должна быть достаточной для проплава всего транзитного грузопотока с учетом объема производства проектируемого берегового склада.

2.2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛЕСОСПЛАВА

Первоначальный молевой лесосплав

Общие положения. При проектировании организации первоначального молевого лесосплава транспортно-технологическая схема должна назначаться с учетом дальнейшего совершенствования технологического процесса лесосплава по требованиям "Основ водного законодательства", ГОСТ 17.1.3.01—76 "Охрана природы. Гидросфера. Правила охраны водных объектов при лесосплаве".

Возможные виды первоначального лесосплава должны выбираться на основании технико-экономических сравнений для каждой реки в отдельности в зависимости от местных условий.

В целях увеличения производительности труда и выполнения требований охраны окружающей среды на первоначальном лесосплаве совершенствование его организации должно идти в направлении сокращения объемов молевого лесосплава и перехода там, где это возможно по гидрологическим условиям, на другие более производительные способы — лесосплав в плотях, судах и в сплоточных единицах.

При разработке проектов организации первоначального лесосплава необходимо руководствоваться правилами и инструкциями по заготовке леса, подготовке бревен для лесосплава без потерь, включая бревна мягких лиственных пород, лиственницы и тонкомерные сортаменты хвойных пород.

Загрузка и лесопропускная способность рек. Проектные и перспективные объемы лесосплава принимаются в соответствии с заданием на проектирование, выдаваемым заказчиком проекта на основании данных генеральных схем развития и размещения лесной промышленности и лесного хозяйства в рассматриваемом бассейне, и технико-экономическим обоснованием строительства лесосплавного предприятия.

Загрузка водных путей должна соответствовать их лесопропускной способности. При объеме лесосплава большем, чем естественная лесопропускная способность реки, назначаются технические мероприятия по улучшению лесосплавного пути или отдельных его участков.

При проектировании организации и технологии производства лесосплава необходимо руководствоваться следующими положениями:

для рек с одним весенним паводком наиболее выгодным является проведение лесосплава по высоким уровням с устройством лесосплавного хода на эти уровни;

для рек, на которых кроме весеннего паводка наблюдается еще один или несколько летних паводков, для лесосплава следует использовать уровни всех паводков до установления устойчивой межени. При этом лесосплав должен предусматриваться в основном за счет устройства обоновки лесосплавного хода и проведения несложных русловыправительных работ.

При запланированном объеме лесосплава и наличии дефицита лесопропускной способности реки выбор схемы комплексной мелиорации должен назначаться с учетом следующих уровней:

при относительно небольшой величине дефицита — посредством русловых мелиораций, обоновки лесосплавного хода и проведения ряда организационных мероприятий по лесосплаву (более полного использования полноводного периода, механизации работ и т. п.);

при большой величине дефицита, когда указанные выше мероприятия не обеспечивают проплава планируемого объема леса, предусматривается регулирование стока в комплексе с русловой мелиорацией и обоновкой реки.

Целесообразность регулирования стока лесосплавных рек в каждом конкретном случае должна быть обоснована соответствующими технико-экономическими расчетами.

Проектирование лесосплавных предприятий, отдельных сооружений и устройств должно производиться на основе данных, полученных в результате проведения комплексных изысканий.

Сплав леса с ограниченным запасом плавучести. Древесина листвен-

ных пород и хвойных тонкомерных сортиментов обладает высокой плотностью в свежесрубленном состоянии и сплав ее должен проводиться только при выполнении организационно-технических мероприятий, направленных на повышение и сохранение плавучести.

Определение продолжительности нахождения древесины на плаву в зависимости от применяемых способов подготовки к лесосплаву выполняется согласно "Методическим указаниям по расчету основных параметров для лесосплава бревен с ограниченной плавучестью без потерь от утопа".

Проектирование организации молевого лесосплава следует производить только тогда, когда по гидрологическим условиям и техническому состоянию пути осуществление других видов сплава невозможно или экономически нецелесообразно.

Молевой лесосплав допускается при средней по живому сечению скорости течения воды не менее 0,2 м/с; в особых случаях — не менее 0,15 м/с.

Молевой лесосплав лиственницы и лиственных пород допускается, если вывозка леса сухопутным транспортом к пунктам потребления или к местам сплотки или перевалки на транзитных путях невозможна или экономически нецелесообразна.

Как правило, молевой лесосплав следует назначать только до тех пунктов, от которых далее возможен плотовой лесосплав, судовые перевозки леса, перевалка леса на сухопутный транспорт или выгрузка его на биржу предприятия.

При проектировании молевого лесосплава допускается следующий порядок пуска леса:

лесосплав всех сортиментов единой партией с пуском наиболее ценных пород, а также лиственных и лиственничных сортиментов в голове потока при сплаве модем;

очередной или посортиментный лесосплав, применяемый при местных поставках леса разным потребителям;

одновременный лесосплав модем и сплоточными единицами, включая микропучки, применяются при коротком периоде стояния расчетных уровней, небольших расстояниях проплава и малых объемах сплавляемого леса.

Для отделения в конечном пункте приплава сплоточных единиц от молевого леса должны предусматриваться специальные устройства и приспособления, обеспечивающие возможность создания самостоятельных технологических линий для дальнейшей переработки этого грузопотока.

При использовании рек для первоочередного плотового и последующего молевого лесосплава должен быть составлен совмещенный график движения грузопотоков по отдельным видам лесосплава, увязанный с графиком переработки леса на рейдах.

В зависимости от гидрографических, гидрологических, производственных и других условий применяются следующие способы молевого лесосплава: дистанционно-патрульный, пикетно-конвейерный, дистанционно-групповой.

Дистанционно-патрульный способ лесосплава на базе патрульных судов является основным способом проведения молевого лесосплава на равнинных и полугорных реках III, IV и V категорий со скоростями течения до 2 м/с.

Пикетно-конвейерный способ молевого лесосплава рекомендуется применять на равнинных реках лишь I и II категорий, и на полугорных и горных реках любой категории со скоростями течения воды более 2 м/с.

Дистанционно-групповой способ молевого лесосплава применяется на отдельных реках IV и V категорий с резкими и частыми колебаниями уровней воды при значительном протяжении участков с затопленными берегами, островами и отмелями.

При средних и низких горизонтах воды лесосплав ведут дистанционно-патрульным способом с разбивкой реки на дистанции протяженностью 30 . . . 50 км, соответствующей расстоянию между промежуточными лесохранилищами.

Организация лесосплава, применение которого весьма ограничено, в каждом отдельном случае должна быть обоснована проектом.

При дистанционно-патрульном способе лесосплава протяженность дистанции, обслуживаемой отдельной бригадой рабочих с приданным ей патрульным судном, устанавливается из условия степени трудоемкости проплава леса по отдельным участкам реки, типа и скорости плавания патрульного судна и необходимости возврата судна в базовый пункт бригады в течение одной смены.

При пикетно-конвейерном и дистанционно-патрульном способах лесосплава определение потребного количества рабочих производится по "Единым нормам выработки и расценкам на лесосплаве", а при дистанционно-групповом способе нормы выработки устанавливаются на местах в зависимости от условий лесосплава на отдельных участках реки для года определенной нормативной обеспеченности.

Лесосплав в сплоточных единицах. При проектировании организации лесосплава в сплоточных единицах необходимо произвести регулирование русла и стока рек с расчетом обеспечения проплава намеченных объемов в заданные сроки без разрушения сплоточных единиц и потерь леса.

Сроки нахождения пучков на плаву устанавливаются в соответствии с "Методическими указаниями по расчету основных параметров для лесосплава бревен с ограниченной плавучестью без потерь от утопа.

Регуляционные и наплавные сооружения при лесосплаве сплоточных единиц следует назначать повышенной прочности по сравнению с анало-

гичными сооружениями, применяемыми на реках с молевым лесосплавом.

В качестве основной сплочной единицы для лесосплава без управления применяется пучок с соотношением осей его поперечного сечения не более 1,5. Осадка пучков устанавливается в соответствии с глубиной на лимитирующих участках трассы в увязке с требованиями соответствующих бассейновых правил лесосплава.

Применение лесосплава в сплочных единицах допускается при следующих условиях:

средние скорости течения потока по лесосплавному ходу в период лесосплава не должны превышать 2 м/с;

минимальные скорости на плесовых участках лесосплавного пути должны быть не менее 0,2 м/с, в особых случаях допускаются не менее 0,15 м/с;

ширина лесосплавного хода в наиболее узком месте должна обеспечивать возможность разворота сплочных единиц;

максимальные средние по живому сечению реки скорости течения потока в пределах лесохранилища запани во избежание образования многорядного пыжа не должны быть более 1,25 м/с.

Кошельный лесосплав

Лесосплав в кошелях производится на тиховодных участках рек при скоростях течения не более 0,7 м/с и на озерах и водохранилищах при высоте волны не более 0,4 м.

На открытых озерах при расстоянии буксировки свыше 20 км применение кошельного лесосплава обосновывается технико-экономическими расчетами, подтверждающими целесообразность этого вида сплава в сравнении с транспортировкой леса в плотках или судах. Тип и габариты кошеля устанавливаются с учетом габаритов пути, грузооборотов, а также типа и мощности используемых тяговых средств. Кошели перемещают буксировкой. Скорость буксировки кошеля относительно воды не должна превышать 1 м/с.

При высоте волны до 0,5 м плавучее ограждение кошелей целесообразно изготавливать из сортиментных или хлыстовых пучков, звеньев из двух или четырех бревенных бонов или специальной сетчатой конструкции для предотвращения подныривания бревен при буксировке кошеля.

Буксировка пучков из коротья до 1,5 м и объемом до 1,5 м³ на расстоянии до 70 км производится в кошелях с плавучим ограждением.

Первоначальный плотовой лесосплав

Общие положения и условия применения. Первоначальный плотовой лесосплав осуществляется по первичным лесосплавным путям (несудо-

ходным и временно судоходным рекам), не имеющим гарантированных габаритов пути, требуемых для магистральных судоходных водных путей.

Первоначальный плотовой лесосплав применяется взамен молевого или смешанного лесосплава на реках, которые по транспортно-путевым условиям пригодны для этого. в тех случаях, когда по приведенным затратам он более эффективен, чем заменяемые виды водного лесотранспорта. Перевозки осуществляются в плотях береговой сплотки из сортиментных или хлыстовых пучков, сплавиваемых и формируемых на плотбищах в зимний период.

Переход на первоначальный плотовой лесосплав взамен молевого в первую очередь осуществляется на реках рыбохозяйственного значения.

В отличие от магистрального первоначальный плотовой лесосплав осуществляется на лесосплавных реках только в полноводный период. Площадь водосбора в начальном (верхнем) створе равнинной реки, на которой организуется первоначальный плотовой лесосплав, в полноводный период должна быть не менее 3000 км², а транспортно-путевые и гидрологические характеристики должны обеспечивать проплав плотов заданных габаритов в течение всего периода лесосплава.

При организации на реках плотового лесосплава в течение всего навигационного периода (с поддержанием требуемых габаритов пути с помощью путевых работ) площадь водосбора в верхнем створе должна быть не менее 25000 км².

Организация первоначального плотового лесосплава допускается при соблюдении следующих условий:

продолжительность периода лесосплава на менее 10 . . . 15 дней;
средняя скорость течения по лесосплавному ходу не превышает 1,5 . . . 1,7 м/с;

радиус кривизны выпуклой кромки по лесосплавному ходу — не менее 30 м.

Первоначальный плотовой лесосплав осуществляется по следующим схемам:

местный лесосплав по лесосплавной реке в полноводный период до пунктов выгрузки местным лесопотребителям, расположенным на этой же реке;

лесосплав по лесосплавной реке в полноводный период до пункта переформирования, расположенного на магистральной реке с ограниченным сроком ее использования для судоходства и с гарантированными габаритами пути в течение всей навигации.

При этом переход лесосплава на магистральные реки требует организации лесостоянок для отстоя плотов и создания переформировочных рейдов со всеми производственными операциями, в том числе связанными с изменением габаритов пучков, секций, плотов, а также с организацией погрузки пучков в суда.

Лесостоянки для отстоя плотов устраиваются по возможности в непосредственной близости от переформировочных рейдов. Объемы хранения плотов и размеры акваторий лесостоянок устанавливаются в зависимости от графика поступления плотов и сдачи плотов в буксировку с переформировочного рейда.

Акватории лесостоянок должны иметь:

достаточные размеры, отвечающие максимальному расчетному объему переходящего остатка хранения плотов;

достаточные глубины, соответствующие осадке буксировщиков и поступающих и отправляемых плотов в течение всего периода их отстоя;

устойчивые берега и русло, не подверженное заносимости, со стабильным русловым режимом;

защиту от воздействия господствующего ветра и волн;

максимальные скорости течения воды не более 1 м/с;

условия, не препятствующие движению судов и плотов по магистральной реке.

Формирование плотов для первоначального плотового лесосплава производится на затопляемых половодьем плотбищах. Размеры плота в плане для первоначального плотового лесосплава принимаются с учетом необходимости иметь возможно больший его объем при ограниченной ширине реки и с учетом движения судов. Отношение длины к ширине плота принимается в пределах от 10:1 до 20:1.

Габариты плота в зависимости от габаритов пути, продолжительности периода лесосплава, типа и мощности буксировщиков устанавливаются по справочнику [16] и инструкции [5] .

2.3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОДНЫХ ПЕРЕВОЗОК ЛЕСНЫХ ГРУЗОВ

Транзитный сплав леса в плотах и перевозка леса в судах по временно судоходным и судоходным водным путям проектируются с соблюдением правил плавания по внутренним водным путям страны, общих правил лесосплава и правил лесосплава для отдельных бассейнов.

Проектные объемы буксировки плотов и судовых перевозок леса с отдельных пунктов (рейдов) отправления и в целом по бассейну водной магистрали определяются по материалам генеральных схем комплексного развития и размещения предприятий лесной промышленности и лесного хозяйства, бассейновых схем организации лесосплава или по утвержденному заданию заказчика на проектирование организации водных перевозок леса.

Типы и габариты плотов и судов (длина, ширина и осадка) выбираются в соответствии с гарантируемыми габаритами пути на отдельных его участках по периодам навигации (половодье, межень) .

На участках резкого перехода одних габаритов в другие должны быть

оборудованы при перевозках леса в плотках соответствующие переформировочные или переплоточно-переформировочные рейды, а при перевозках леса в судах — погрузочные или перегрузочные рейды.

Для шлюзованных водных систем обязательно предусматривается строительство пришлюзовых расчалочно-счалочных рейдов с полным их оборудованием.

Выбор наивыгоднейшего типа и мощности тяговых средств, а также самоходных и несамоходных грузовых судов производится применительно к утвержденной сетке эксплуатируемых перспективных судов Департамента речного флота.

Разработка ТЭО организации или реконструкции лесосплава (для сплавных магистралей) и проектирование всех лесосплавных рейдов, расположенных как на лесосплавных, так и на судоходных водных путях, возлагается на проектные организации лесной промышленности.

Разработка ТЭО организации или реконструкции водных перевозок и проектирование организации плотовых перевозок леса за буксирной тягой и судовых перевозок леса по магистральным водным путям должны возлагаться на Департамент речного флота.

2.4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛЕСОСПЛАВНЫХ РЕЙДОВ И ЗАПАНЕЙ

Общие положения

В состав каждого рейда, кроме объектов основного производства, размещаемых на акватории водного пути, предусматриваются объекты обслуживающих производств, которые входят в состав только рейда или кооперируются с лесозаготовительными и другими предприятиями.

Составление проекта лесосплавного рейда должно производиться на основе:

акта выбора участка для строительства;

данных натурных изысканий с разработкой вариантных решений по объекту;

установления технической возможности и экономической целесообразности строительства рейда на выбранном участке водного пути;

разработки оптимальной схемы компоновки рейда с размещением основных технологических узлов;

выбора наиболее рациональных и технически совершенных конструкций рейдовых сооружений, типов механизмов и оборудования.

При выборе участка для строительства рейда необходимо руководствоваться следующими основными положениями:

естественные гидрографические, гидрологические и геологические условия рейдовой акватории должны отвечать наиболее оптимальному их значению (ширине и длине акватории, глубине, скорости течения, возможной продолжительности работы рейда в навигацию, защищенности акватории рейда от ветра и волн, устойчивости русла от размыва и деформации, несущей способности грунтов и др.);

компоновка рейда должна обеспечивать наибольшую концентрацию его элементов при наименьшей растянутости рейдовых коммуникаций, обеспечивающей поточность производственного процесса.

При размещении рейда на реках, находящихся в подпоре от водохранилищ, необходимо:

учитывать изменение глубины и ширины их акватории, а также скоростного режима на участке в расчетном маловодном году в результате навигационной сработки водохранилища;

располагать основные рейдовые сооружения вблизи от незатопляемых берегов с целью установки на них опор для крепления этих сооружений.

При проектировании рейдов на судоходной реке и на реке, имеющей рыбохозяйственное значение, расположение лесосплавных сооружений должно быть согласовано с управлением водных путей данного бассейна и органами охраны рыбных запасов.

Сортировочно-сплотно-формировочные рейды

В составе основного производства сортировочно-сплотно-формировочных рейдов с молевым лесосплавом предусматриваются следующие операции:

- приемка леса в лесохранилище;
- подача леса из лесохранилищ к сортировочным устройствам;
- сортировка леса по сортаментам и подача их к сплотночным машинам;
- сплотка леса;
- сортировка сплотночных единиц;
- формирование из сплотночных единиц секций;
- формирование из секций плотов;
- погрузка леса в суда;
- сдача плотов в транзитный или местный сплав;
- отсортировка на рейде и переработка некондиционного леса;
- такелажные работы;
- очистка рейдовой акватории от топляков, берегов от обсохшего и разнесенного леса, освоение и переработка вынесенного с рейда леса.

Лесоохранилища (запани)

Суммарная единовременная вместимость лесохранилищ лесосплавного рейда должна быть равна величине переходящего остатка, определяемого максимальной разностью между объемами поступившего леса на рейд и его переработкой.

Количество лесохранилищ на рейде определяется объемом максимального переходящего остатка, типом запаней (поперечные или продольные), условиями размещения их по реке, а также гидрологической и

гидрографической характеристикami участков расположения лесохранилищ.

При проектировании системы запаней, как правило продольных, заполнение их лесом должно производиться поочередно по длине реки, начиная с ниже ей по течению запани с последующим заполнением каждой следующей, расположенной выше по течению.

Выпуск леса из лесохранилищ в этом случае осуществляется в обратном порядке.

Сортировочные устройства

Дробность сортировки на рейдах должна устанавливаться в соответствии с сортиментными группами леса, требованиями потребителей и техническими условиями на сплотку леса.

В проектах рейдов сортировка леса должна решаться с учетом технической возможности и экономической целесообразности применения автоматизированных сортировочно-сплоточных агрегатов, на которых сортировка леса совмещается с процессом сплотки.

Каждое сортировочное устройство должно включать:

главные коридоры — по числу лесопропускных ворот запани;

сортировочные дворики — по числу сортиментов в каждой сортировочной секции, причем в каждой секции число двориков может быть увеличено, и их дополнительное количество устанавливается по выходу массовых сортиментов и производительности рабочих по сортировке леса;

коллекторные коридоры — по числу сортировочно-сплоточных секций; подводящие коридоры по числу сплоточных машин.

Сортировочное устройство должно проектироваться с учетом возможности пропуска через главные коридоры сплавного мусора и некондиционного леса, для переработки которых следует предусматривать специальные механизированные установки.

Конструкции отдельных элементов сортировочного устройства (боны, мостики, распорки, береговые и русловые опоры и др.) должны приниматься по действующим типовым проектам.

При проектировании сортировочных устройств должны быть соблюдены действующие правила техники безопасности и производственной санитарии на лесосплаве.

Сплотка леса на воде

Сплотка леса на воде в зависимости от транспортных путей и необходимой прочности сплоточных единиц может проектироваться пучковой (речной или озерной) или сигарной (морской).

Пучковая речная сплотка применяется в случаях, когда лесосплавные

рейды и пути транспортирования леса располагаются в речных условиях, а также на перегрузочных рейдах, где в связи с изменением транспортных условий производится деление пучков на малогабаритные пачки для погрузки леса в суда или сигары. Пучковая озерная сплотка применяется на рейдах, расположенных на озерах и водохранилищах, а также на реках в зонах выклинивания подпора от гидроузлов, и при необходимости транспортирования леса в условиях, требующих прочной и волноустойчивой формы пучков. Сигарную (морскую) сплотку следует применять на рейдах, размещаемых на крупных озерах, водохранилищах и морях, где по условиям ветроволнового режима для транспортирования леса требуются более массивные и прочные конструкции сплоточных единиц.

Сплоточные машины для пучковой сплотки должны удовлетворять следующим требованиям:

обеспечивать получение сплоточных единиц соответствующей формы и прочности в зависимости от условий буксировки плотов (речные, озерные);

гарантировать максимальную расчетную осадку пучков по условиям нормирующих глубин на транзитном пути;

иметь сменную производительность, которая обеспечивает производство сплотки бревен наименьшим количеством агрегатов;

экономическая эффективность при применении автоматизированных сортировочно-сплоточных агрегатов должна быть выше, чем при существующей технологии рейдовых работ.

Формировочные устройства

Пропускная способность формировочных устройств должна соответствовать проектной производительности сортировочно-сплоточного участка рейда.

Состав формировочных работ на рейде устанавливается из местных условий и должен выполняться по схеме пучок — секция — плот.

Технологические схемы формировочных устройств проектируются в зависимости от производственных и гидрологических условий на рейде. При выборе участка реки для размещения формировочных устройств рейда необходимо руководствоваться следующими положениями:

формировочные устройства следует располагать на прямолинейном участке реки, переломы допускаются только между ее отдельными двориками;

глубины на участке формирования секций и плотов должны обеспечивать наибольшую осадку их, гарантированную по условиям транзитного пути;

скорости течения воды должны быть в пределах $0,2 \dots 1$ м/с;

формировочные участки должны размещаться по возможности на ак-

заториях, защищенных от воздействия господствующих ветров и волн; участок реки, находящийся ниже формировочного пункта рейда, должен обеспечивать буксировку секций или плотов при естественных радиусах закруглений.

Рейды приплава

Проектирование рейдов приплава выполняется комплексно с разработкой проектов лесоперевалочных и лесопромышленных предприятий, обеспечение которых сырьем предусматривается поступлением леса водным транспортом.

Для увязки проектных решений по рейду с генеральным планом и технологией производства выгружающего лес предприятия должны быть определены размеры проектного грузооборота, его структура и технологические условия на сортировку и выгрузку леса.

Кроме того, необходимо иметь расчетный навигационный график прибытия леса с указанием возможного коэффициента неравномерности поступления его на рейд, а также расчетный график выгрузки леса.

Расчетный график прибытия леса строится исходя из общего графика движения, определяемого схемой организации лесосплава или водных лесоперевозок, с использованием имеющихся проектных или планово-отчетных материалов по данному сплавному бассейну.

При проектировании рейда приплава с поступлением леса в плотях состав его сооружений должен быть следующим: при выгрузке лесотранспортерами — плотостоянка, расформировочный, размолочечно-выгрузочный участки; при выгрузке кранами — плотостоянка, расформировочный и выгрузочный участки. При поступлении круглого леса в судах выгрузка производится кранами, устанавливаемыми на причальной стенке.

2.5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕЛИОРАТИВНЫХ И НАПЛАВНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Улучшение лесосплавных путей осуществляется при освоении новых рек, ранее не использовавшихся для лесосплава. Эти мероприятия проводят также при изменении вида лесосплава по уже эксплуатируемым рекам, увеличении его объема с целью создания условий для более рациональной организации лесосплава и повышения производительности труда, для охраны вод от засорения и предотвращения других неблагоприятных последствий в отношении окружающей среды.

Все мелиоративные работы, выполняемые для улучшения лесосплавных путей по назначению делятся на простейшие — обеспечивающие поддержание существующего лесосплавного хода, и более сложные — капитальные, направленные на коренное улучшение лесосплавных условий наиболее затруднительных для лесосплава участков.

К простейшим мелиорациям относятся:

- очистка берегов от кустарника, деревьев и пней;
- расчистка русла реки от корней, топляков, отдельных камней и т. д.;
- удаление небольших мысов, осередков и островов;
- улучшение отдельных перекатов выправительными сооружениями легкого типа, предназначенными для работы в течение одной навигации в комплексе с топлякоподъемными работами;
- обновка лесосплавного хода;
- строительство временных плотин;

К сложным мелиорациям относятся:

- регулирование русла для коренного улучшения лесосплавных условий на большом протяжении долговременно работающими береговыправительными сооружениями и дноуглубительными работами;
- регулирование стока или уровней воды постоянными лесосплавными плотинами;
- строительство искусственных путей — лесосплавных лотков, каналов и несколько последовательно расположенных спрямлений речного русла.

Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к площадкам береговых складов?
2. Какие требования предъявляются к площадкам затопляемых плотбищ?
3. Какими положениями руководствуются при проектировании организации лесосплава?
4. Какие основные условия необходимо соблюдать при организации первоначального плотового лесосплава?
5. На основании каких документов составляют проект лесосплавного рейда?
6. Какие операции включаются в состав основного производства сортировочно-сплоточно-формировочного рейда с молевым лесосплавом?
7. Каким условиям должны удовлетворять сплоточные машины для сплотки пучков на воде?

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ НА БЕРЕГОВЫХ СКЛАДАХ И ПЛОТБИЩАХ

3.1. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ БЕРЕГОВЫХ СКЛАДОВ И ПЛОТБИЩ

Виды береговых складов и плотбищ

Береговые склады размещают в пунктах примыкания лесовозных дорог к водным путям и служат для хранения, транспортировки или переработки круглых лесоматериалов. При выполнении погрузочно-разгрузочных и переместительных операций в соответствии с принятой технологией работ склады обеспечивают необходимой системой машин.

По условиям примыкания лесовозных дорог береговые склады делятся на 3 вида (в % от общего числа складов); склады, расположенные на берегу судоходных водных путей 42; склады, расположенные на берегу временно судоходных водных путей 18; склады, расположенные на берегу несудоходных водных путей 40.

На складах может выполняться береговая сплотка круглых лесоматериалов в сплоточные единицы и укладка на плотбища в лесотранспортные единицы для их поставки потребителю по водным путям.

Плотбища — это спланированные площадки, на которых производят формирование и хранение сплоточных единиц, секций и плотов (лесотранспортных единиц). Они могут быть затопляемые (водосъемные) и незатопляемые.

В зависимости от природно-производственных условий [6, 8] плотбища подразделяются на 2 типа: с зимней вывозкой леса и формированием транспортных единиц (площадки, размещаемые на льду озер, водохранилищ); с летне-осенней вывозкой леса и формированием транспортных единиц в основном зимой.

Для обеспечения технологического процесса, включающего формирование транспортных единиц, отстои, подъем водой и их вывод, плотбище должно иметь: спланированную до проектной отметки площадку для формирования и хранения транспортных единиц; береговые опоры; водные подходы. Кроме того, в состав плотбища могут входить: наплавные причалы для временной передержки транспортных единиц; буферная незатопляемая площадка для временного хранения сплоточных единиц в период затопления осенними паводками плотбища.

В зависимости от срока службы плотбища подразделяются на временные (сроком эксплуатации менее 2 . . . 3 лет) и постоянные (сроком эксплуатации более 2 . . . 3 лет). В зависимости от грузооборота (объема сплотки) различают три категории объектов строительства: I — с объемом сплотки леса свыше 60 тыс. м³; II — 20 . . . 60; III — менее 20.

Место, выбираемое для берегового склада, должно отвечать определенным требованиям. Для незатопляемого склада выбирают площадку, которая должна иметь: плотный грунт; уклон поверхности в сторону реки не более 10°; крутизну спланированного или естественного берегового откоса в пределах 25 . . . 45° (при этом высота берега над уровнем паводка не более 5 м); глубину русла на участке сброски пучков в воду (вплоть до окончания сброски) не менее осадки лесотранспортной единицы с учетом минимального донного запаса.

Для затопляемого склада (плотбища) площадка должна иметь: горизонтальную поверхность или пологий уклон в сторону реки (озера); возможность прокладки подъездных лесовозных путей; геодезическую отметку, допускающую складирование лесоматериалов в сплоточных единицах, исключаящую их обсушку (установленную расчетом в зависимости от уровня воды, допускающего сплав с учетом осадки лесотран-

спортной единицы и донного запаса); ширину естественного и искусственного выхода с плотбища (затопляемого в пойме реки или устраиваемого на льду пойменных водоемов), превышающую полоторную ширину транспортной единицы, а при формировании на плотбище секций или целых плотов, превышающую их ширину на 10 м; глубину выхода, соответствующую осадке лесотранспортных единиц с учетом донного запаса 0,3 м; угол сопряжения пути выхода с направленным течением реки, не превышающий 20°; обеспеченность от ледохода естественной защиты либо устройство специальных заградительных сооружений — земляных дамб, ледорезов.

Кроме того, следует предусмотреть удобные причальные участки вблизи от места выхода с плотбища для формирования и сдачи плотов на буксировку, а также съезды у берегов в виде бревенчатых мостиков или эстакад в случае укладки сплочных единиц на льду водоемов.

В весенний период для водосъемных плотбищ используются отмели, заводи, рукава, староречья и затопляемые поймы рек, озер, водохранилищ или места, от которых возможна дальнейшая буксировка лесотранспортных единиц.

Т а б л и ц а 3.1

Наименование параметров	Значение параметров по группам складов				Примечание
	I	II	III	IV	
Грузооборот, тыс. м ³ в том числе объем сплотки, %	До 70 48	Более 70 15	До 400 31	До 100 6	— —
Тип плотбища	Затопляемое		Не затопляемое	Затопляемое	83 % — затопляемые 17 % — не затопляемые
Сезонность, период	Межнавигационный	Круглогодовой		Межнавигационный	Навигационный — 2 % Межнавигационный — 73 % Круглогодовой — 25 %
Дробность сортировки, группа	4 ... 12	5 ... 15	5 ... 18	—	Средние 9,4
Вид сортамента		Сортаменты		Хлысты	—
Тип пучка	Речной	Озерный		—	—
Объем пучка, м ³ :					
речного	6 ... 20	11 ... 19	5 ... 10	—	
озерного	—	14 ... 22	10 ... 16	—	
Расстояние транспортировки, м	—	—	—	—	580
Продолжительность навигации, сут	—	—	—	—	11,1

В зимний период укладку сплоточных единиц и формирование плотов могут выполнять на льду, если толщина и прочность льда достаточна для этого.

Незатопляемые плотбища располагают на берегах водных путей, где глубины позволяют подавать баржи или суда для загрузки лесом, а также на участках удобных для укладки и последующей сброски сплоточных единиц в воду при формировании плотов в навигационный период.

По данным обследований, выполненных ВКНИИВОЛТом и МЛТИ, береговые склады характеризуются параметрами, приведенными в табл. 3.1.

Сплоточные единицы и их характеристики

Круглые лесоматериалы заготовленные и вывезенные на береговые склады, сплавляются в сплоточные единицы, из которых формируются лесотранспортные единицы. Наиболее распространенными видами сплоточных единиц являются пучок, плитка, сигара.

Пучок — сплоточная единица цилиндрической формы, состоящая из параллельно расположенных круглых лесоматериалов — сортиментов или хлыстов, соединенных пучковыми обвязками (рис. 3.1). Пучок объемом до 5 м^3 называют микропучком, а пучок высота которого равна максимальному диаметру бревна, которое можно сплавлять в данном бассейне молевым видом сплава, — микропакетом.

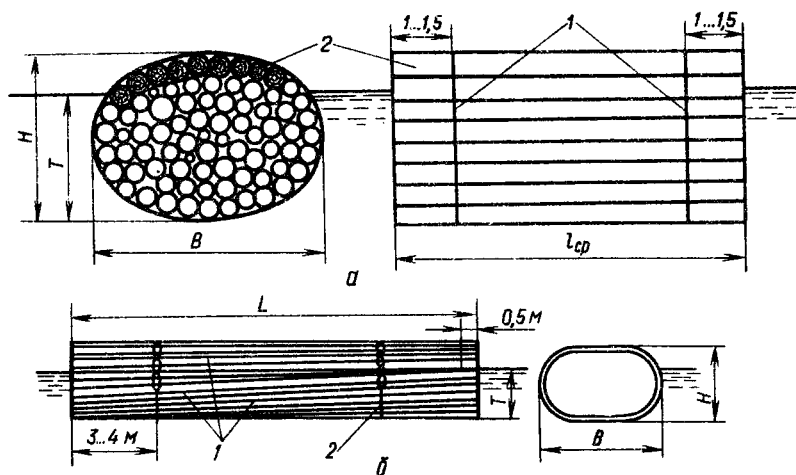


Рис. 3.1. Виды пучков:

a — из сортиментов: 1 — обвязка; 2 — бревна; *б* — из хлыстовых пачек: 1 — пачки хлыстов; 2 — обвязка

Характеристиками пучка являются: объем древесины в пучке V , длина l , ширина B , высота H , осадка T и коэффициент формы C .

Объем пучка определяется по следующей формуле:

$$V = 0,785 B H l K_0, \quad (3.1)$$

где B , H , l — ширина, высота и длина пучка, м; K_0 — коэффициент полндревесности пучка, зависящий от диаметра бревен в сортиментном пучке:

$d_{бр}$, см	16	20	26	30
K_0	0,56	0,60	0,66	0,70

и количество пакетов в хлыстовом пучке:

$n_{пак}$	1	2	4	6	10 и более
K_0 для пучков:					
навигационной сплотки	0,4	0,42	0,45	0,48	0,5
береговой сплотки	0,36	0,38	0,40		

Возможная осадка пучка определяется глубиной лесосплавного хода

$$T = h_{спл} - Z, \quad (3.2)$$

где T — осадка пучка, м; $h_{спл}$ — глубина лесосплавного хода, м; Z — донный запас, м.

При известной осадке высоту пучка определяют по зависимости

$$H = \frac{T \rho}{\rho_d \epsilon} = \frac{T}{\rho_0 \epsilon}, \quad (3.3)$$

где ϵ — опытный коэффициент, равный 0,93 . . . 0,95; ρ_0 — относительная плотность, равная $\frac{\rho_d}{\rho}$; ρ_d — плотность древесины, кг/м³; ρ — плотность воды, кг/м³.

Для обеспечения необходимой волноустойчивости и прочности пучков установлены коэффициенты формы сортиментных пучков C . Для озерных условий при транзитной буксировке C не более 1,5; для озерных условий при местной буксировке C не более 1,75; речных C не более 2 . . . 3. Для хлыстовых пучков летней сплотки C не более 2; хлыстовых зимней сплотки C не более 2,5.

Длина сортиментного пучка l может превышать наибольшую длину сплачиваемых в него вразнокомелицу бревен на 0,3 м. До 30 % бревен в пучке разрешается сплачивать короче основной длины на 0,5 м. Длина

хлыстового пучка устанавливается от 13 до 30 м. Пакеты в пучке располагают вразнокомелицу. Отклонение длины отдельных пакетов от длины пучка допускается не более 2 м.

Определение площади склада

Площадь берегового склада F определяется по формуле

$$F = \frac{W (b + a) K_1}{b H K} \quad (3.4)$$

или

$$F = (L + 12) (9n + 10m) K, \quad (3.5)$$

где W — объем древесины, размещаемой на складе, м^3 ; b — ширина штабеля, м; H — высота штабеля, м; L — средняя длина штабеля, м; n — количество штабелей на складе; m — количество противопожарных разрывов: при $n \leq 17$ $m = 0$, $n = 18 \dots 34$ $m = 1$, $n = 35 \dots 52$ $m = 2$, $n = 53 \dots 68$ $m = 3$, $n = 69 \dots 85$ $m = 4$; K_1 — коэффициент использования площади склада, равный 1,2...1,3; K — коэффициент полндревесности штабеля (табл. 3.2).

Т а б л и ц а 3.2

Тип штабеля	Коэффициент полндревесности штабеля в зависимости от диаметра бревна			
	10...15	16...21	22...25	26
Рядовой	0,45	0,47	0,54	0,60
Пачковый	0,50	0,60	0,63	0,65
Беспрокладочный	0,55	0,65	0,68	0,72
Пачково-рядовой	0,52	0,62	0,65	0,68

При расчете вместимости штабеля из хлыстовых пачек коэффициент полндревесности принимают: при укладке комлями в разные стороны 0,32; при укладке комлями в одну сторону 0,25.

Площадь плотбища с учетом подъездных путей и противопожарных и других разрывов определяется по формуле

$$F = \frac{K_1 W}{K} \quad (3.6)$$

или

$$F = \frac{W_{\text{ЛТВ}} n}{H} K_2, \quad (3.7)$$

где W — объем сплотки и формирования лесотранспортных единиц, м^3 ;

H — средняя высота укладываемой лесотранспортной единицы, м;
 $W_{\text{пте}}$ — объем лесотранспортной единицы, м³; n — количество лесотранспортных единиц (плотов); K_1 — коэффициент использования площадки плотбища, принимаемый: для плоских единиц 3,5, для пучков 4;
 K_2 — коэффициент, учитывающий проезды и неплотность размещения плотоединиц, принимаемый $K_2 = 1,5 \dots 2$.

Площадь резервной площадки (буферной) для временного хранения сплоточных единиц определяется приблизительно по следующей формуле:

$$F_p = \frac{W_c \cdot t_p \%}{K_3 H_c}, \quad (3.8)$$

где W_c — суточный объем сплотки, м³; t_p % — продолжительность затопления плотбища осенними паводками, сут (принимаемая $t_{5\%}$ по году 5 %-ной обеспеченности для плотбищ I и II категорий и $t_{10\%}$ по году 10 %-ной обеспеченности для плотбищ III категорий); K_3 — коэффициент использования площади, равный 0,5; H_c — средняя высота сплоточных единиц, м.

При проектировании плотбищ пользуются укрупненными нормативами [12] для размещения древесины в плотах:

Тип плота	Площадь, м ² на м ³ древесины
Сортиментный	2,0
Хлыстовой из пучков:	
одноpacketных	2,8
двухpacketных	2,4
четыреpacketных	2,0

Обоснование основных параметров плотбища

К основным параметрам плотбища относят [6] съемный уровень воды, отметку заложения дна и объем береговой сплотки на плотбище. Съемным уровнем называют минимальный уровень воды, обеспечивающий подъем транспортных единиц и вывод их с плотбища в заданные сроки (∇ СУВ). Отметкой заложения дна плотбища называют высоту поверхности площадки (над уровнем моря или условной плоскости).

Съемный уровень и отметку дна плотбища устанавливают исходя из следующих условий: гарантированного подъема (всплытия) транспортных единиц уровнями воды весеннего половодья; вывода их в течение заданного срока; обеспечения возможности проведения формирочных работ; исключения вмораживания и примерзания транспортных единиц ко дну плотбища.

Объем береговой сплотки устанавливают на основании лесопропуск-

ной способности и габаритов лесосплавного хода в створе и ниже плотбища.

Режим изменения уровней воды рек (рис. 3.2 и 3.3), на которых размещаются большинство плотбищ, является типовым и характеризуется следующими данными: вскрытием реки на повышенных уровнях воды $H_{вск}$; весенним половодьем с максимальным подъемом уровня воды H_{max} ; спадом уровней с продолжительностью стояния 5, 10, 15 и т. д. дней (H_5 ; H_{10} ; H_{15}); низкими меженными уровнями воды $H_{мну}$; повышением уровня осенними дождевыми паводками $H_{опу}$; наступлением ледостава $H_{лдс}$.

Уровню воды весеннего половодья будет соответствовать определенная отметка заложения, равная разнице отметки уровня воды и осадки плота дна плотбища для определенной продолжительности. При этом, если отметка заложения дна плотбища окажется выше меженного уровня $H_{мну}$, но ниже максимального осеннего паводка $H_{опу}$ и ледостава $H_{лдс}$, то в этом случае не обеспечивается летне-осенняя сплотка и есть вероятность вмораживания транспортных единиц при ледоставных уровнях.

Опыт работы показал, что даже при устройстве плотбищ с повышенным заложением дна, соответствующим малому периоду съема транспортных единиц уровнями весеннего половодья, площадки таких плотбищ затапливаются осенними паводками, поэтому необходимо устройство резервных (буферных) площадок для временного хранения сплочных единиц летне-осенней сплотки при круглогодичном режиме работы.

Основные гидрологические параметры плотбища устанавливаются на основании статистической обработки многолетнего ряда уровней воды по ближайшему водомерному посту и по данным "Гидрологических ежегодников". После обработки данных строят кривые обеспеченности характерных уровней воды (см. рис. 3.3).

Для плотбищ, расположенных на реках с осенними паводками, вначале выбирают отметку заложения дна плотбища, которая должна быть на высоте максимального (из среднемесячных в декабре, январе за многолетний период) уровня ледостава, установленного для водпоста расчетом. Дата установления этого уровня является началом зимней сплотки на плотбище.

Если отметка заложения дна плотбища оказывается ниже всей или части кривой обеспеченности максимальных уровней осенних паводков, то при летне-осенней сплотке требуется устройство резервной (буферной) площадки с подъездными путями для временного складирования сплочных единиц на период подтопления площадки.

При этом отметку дна резервной площадки устанавливают на 0,3 м выше расчетного уровня осенних паводков от 5 до 10 %-ной обеспеченности, но не ниже максимальных уровней ледостава (5 %-ной обеспе-

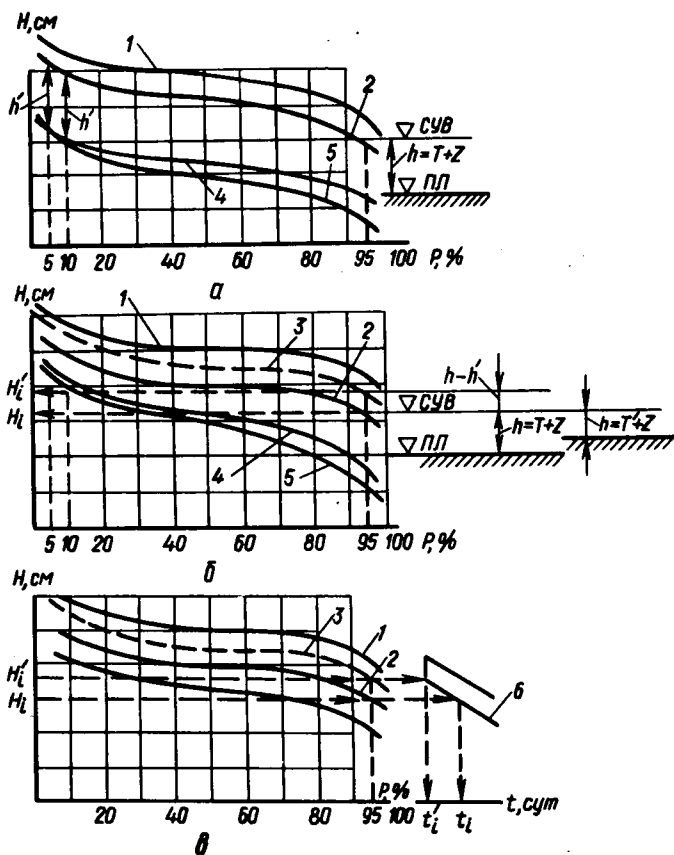


Рис. 3.2. Характерные уровни воды и возможные решения по использованию плотниц:

а — плотнице подтапливается осенним паводком; б — требуется устройство передерживающих причалов для отстоя транспортных единиц; в — необходимости в причалах можно избежать при условии $T' = h' - Z$; 1 — кривая обеспеченности максимальных уровней весеннего половодья; 2 — то же минимальных уровней с продолжительностью стояния их t_i ; 3 — то же с продолжительностью стояния t'_i ; 4 — кривая обеспеченности максимальных уровней ледостава; 5 — то же максимальных уровней осеннего паводка; 6 — кривая зависимости уровней от продолжительности их стояния с обеспеченностью 95 %

ченности для I и II категорий плотниц и 10 %-ной для плотниц III категории).

Значение съемного уровня воды ∇ СУВ устанавливают (см. рис. 3.3) от отметки заложения дна плотница ∇ ПЛ по формуле

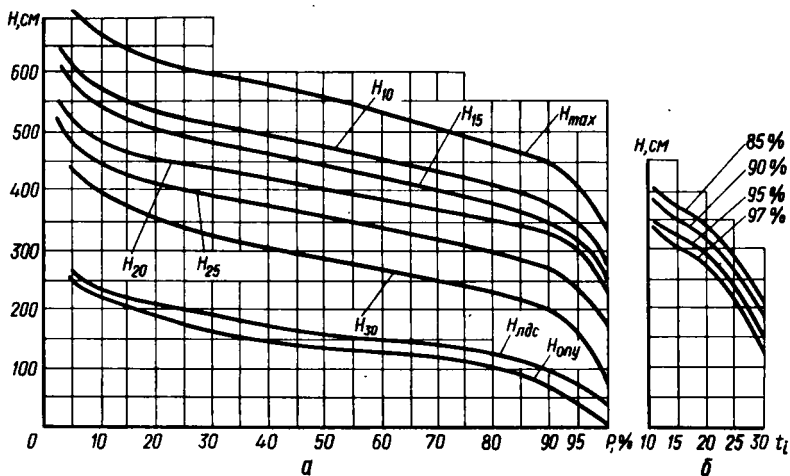


Рис. 3.3. Кривые обеспеченности:

a — максимальных уровней H_{\max} , минимальных уровней разной продолжительности стояния $H_{10}, \dots, 30$, максимальных уровней ледостава $H_{\text{лдс}}$, максимальных уровней осенних паводков $H_{\text{опу}}$; *б* — кривые продолжительности стояния уровней разной обеспеченности $P_{i=85\%, \dots, 97\%}$

$$\nabla \text{СУВ} = \nabla \text{Пл} + h_{\text{спл}} \quad (3.9)$$

или

$$\nabla \text{СУВ} = \nabla \text{Пл} + (T + Z), \quad (3.10)$$

где T — требуемая осадка транспортной единицы; Z — донный запас; $h_{\text{спл}}$ — минимальная сплавная глубина, обеспечиваемая в течение заданной продолжительности при минимальном значении уровня весеннего половодья 95 %-ной обеспеченности в многолетнем ряду.

Оптимальная обеспеченность расчетного уровня может быть установлена для каждого плотбища на основании материалов проектных изысканий исходя из минимума суммарных затрат на устройство плотбищ и ожидаемых затрат на ликвидацию последствий возможной осушки сплотовых единиц на плотбище [4].

Если значение минимальной сплавной глубины неизвестно, то ее определяют по кривым зависимости глубины и ширины судового хода от уровней воды для лимитирующих перекаатов, имеющих в бассейновых службах пути, по этим же зависимостям устанавливают уровень окончания буксировки транспортных единиц.

Продолжительность буксировки определяют по кривым обеспечен-

ности минимальных уровней с разными сроками их стояния при значении уровня воды с обеспеченностью 95 %.

Полученное значение уровня принимают в качестве съемного, при этом продолжительность его стояния определяют по кривым обеспеченности минимальных уровней с разными сроками их стояния. Во всех случаях значение съемного уровня не должно превышать значения максимального уровня половодья высокой (более 99 %) обеспеченности во избежание обсушки плотов в год с катастрофически низким весенним половодьем.

Значения съемного уровня воды, полученные для створа водомерного поста, переносят в створ расположения плотбища, пользуясь кривыми связи уровней воды.

3.2. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ И СТРУКТУРА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА БЕРЕГОВЫХ СКЛАДОВ

Структура производственного процесса складов, примыкающих к несудоходным водным путям

Характерная особенность этого типа складов – отгрузка лесоматериалов лишь в период навигации и почти полное отсутствие переработки. Продолжительность этого периода (навигации) зависит от типа, вида, категории реки, степени ее устроенности и составляет 7 . . . 120 сут. Лесоматериалы с этого типа складов отправляют в основном молевым лесосплавом. Состав работ и последовательность выполнения операций приведены на рис. 3.4.

В общем случае технологический процесс берегового склада можно представить в виде трех функционально связанных между собой участков: разгрузки хлыстов и подачи на раскряжевку; раскряжевки хлыстов и сортировки лесоматериалов; штабелевки лесоматериалов и сброски их на воду. Организация производственного процесса берегового склада по режиму круглогодовой раскряжевки хлыстов является наиболее распространенной на действующих предприятиях. Схема включает в себя три различных по назначению участка: склад хлыстов, склад круглых лесоматериалов и участок для раскряжевки хлыстов и сортировки лесоматериалов.

Структура производственного процесса складов, примыкающих к временно судоходным водным путям

На береговых складах, не имеющих плотбищ, в структурной схеме производственного процесса отсутствуют операции, связанные с береговой сплоткой лесоматериалов и формированием плотов. В состав опера-

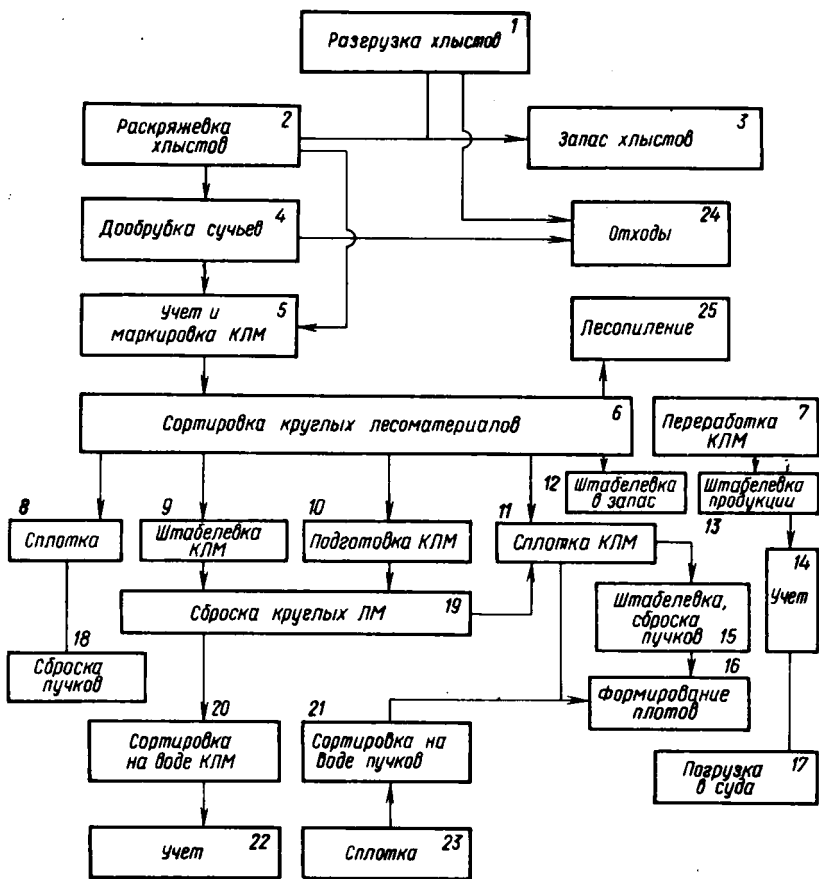


Рис. 3.4. Структура производственного процесса береговых складов:
 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 19, 24, 25 – примыкающих к несудоходным путям; 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 16, 19, 25 – примыкающих к временно судоходным путям; 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 – примыкающих к судоходным путям

ций, связанных с подготовкой круглых лесоматериалов к лесославу, на не затопляемых весенним половодьем складах может включаться сплотка в микропакеты тонкомерных лесоматериалов с необеспеченным запасом плавучести.

С береговых складов, примыкающих к временно судоходным водным путям, готовую продукцию отправляют преимущественно в плоты межнавигационной сплотки.

Сплотка лесоматериалов, формирование плотов в зависимости от конкретных условий складов производится по одной из следующих технологических схем.

1. Сплотка лесоматериалов в лесонакопителях сортировочного конвейера, доставка и установка готовых пучков в плот.

2. Образование пучка на тракторном агрегате с последующей доставкой его на плотбище либо непосредственно на воду.

3. Сплотка круглых лесоматериалов в торцующем или торцующе-формировочном устройстве, удаленном от поточной линии разделки и сортировки, доставка пучка и укладка в плот.

Структура производственного процесса берегового склада, примыкающего к судоходным рекам

С этих складов готовую продукцию (лесоматериалы) отправляют в плотах и судах в течение всей навигации (5 . . . 6 мес в году). Отгрузка лесоматериалов в судах и плотах дает возможность перерабатывать хлысты хвойных и лиственных пород на пиломатериалы и щепу. Состав работ и последовательность выполнения операций зависят от вида продукции и способа водной доставки. Перевозку лесоматериалов в судах осуществляют предприятия речного транспорта, а предприятия лесной промышленности производят при этом виде водного транспорта леса лишь погрузку лесоматериалов в суда с береговых складов лесовозных дорог, на рейдах в пути и выгрузку на рейдах приплыва.

3.3. РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ И РАБОЧИХ

Расчет потребности механизмов и рабочих на сброску леса

При проектировании организации работ на береговых складах с молевым лесосплавом определяют суточную потребность в механизмах (Π_M) и рабочих (Π_P) на сброске леса по следующим зависимостям:

$$\Pi_M = \frac{W}{\Pi_{CM} Z T}, \quad (3.11)$$

$$\Pi_P = \Pi_M Z i, \quad (3.12)$$

где W — объем леса на складе, предназначенного для молевого лесосплава, m^3 ; Π_{CM} — сменная производительность механизма, m^3 ; Z — количество рабочих смен в сутки; T — продолжительность периода сброски, сут; i — количество рабочих, обслуживающих механизм.

Производительность механизма берется по нормам выработки и расценкам на лесосплавные работы [3].

Расчет потребности механизмов и рабочих на береговой плотке

Количество агрегатов, необходимых для береговой плотки, устанавливается по формуле

$$P_a = \frac{W_c}{P_{cm} t_1 T}, \quad (3.13)$$

где W_c — годовой объем плотки, m^3 ; P_{cm} — сменная производительность, m^3 ; t_1 — продолжительность периода работ по плотке, сут; T — число рабочих смен в сутки.

Сменная производительность определяется по формуле

$$P_{cm} = \frac{t_2 V_n}{\frac{l_{cp}}{v_{гр}} + \frac{l_{cp}}{v_{пор}} + t_3} \varphi, \quad (3.14)$$

где t_2 — число минут в смену; V_n — объем пучка, m^3 ; φ — коэффициент использования рабочего времени ($\varphi = 0,8 \dots 0,85$); l_{cp} — среднее расстояние перемещения пучка, м; t_3 — время на формирование, увязку, погрузку и сборку пучка; $v_{гр}$ — скорость движения агрегата с грузом, м/мин; $v_{пор}$ — скорость движения агрегата порожнем, м/мин.

Потребность в оборудовании и в рабочих можно установить, используя нормативные показатели (табл. 3.3) по формулам

Таблица 3.3

Производственная операция	Количество рабочих, P_r	Расстояние перевозки, м	Производительность $P_{м.ч}$ m^3
Слотка слоточно-транспортным агрегатом на базе трактора сортиментных пучков объемом $15 m^3$	1	150	46,3
		300	42,7
		600	36,6
Слотка слоточно-транспортным агрегатом на базе трактора сортиментных пучков объемом $20 m^3$	1	150	48,8
		300	40,2
		600	28,0

$$P_m = \frac{W_{cm}}{P_{м.ч} t_1}; \quad (3.15)$$

$$P_p = i P_m, \quad (3.16)$$

где t_1 — продолжительность работы в сутках, ч; $P_{мч}$ — нормативная производительность, м³/машино-ч.

Потребность в машино-ч и трудозатратах на сплотке пучков на нижнем складе (в навигацию) следующая: количество рабочих 3; производительность на машино-ч, м³, 42,7; затраты на 1000 м³: машино-ч 23,5, чел.-ч 70,3.

3.4. ПРИРОДООХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ НА БЕРЕГОВЫХ СКЛАДАХ

1. Мероприятия, исключаящие технологические потери, вызываемые недостатками технологии работ и нарушением технических требований по их проведению (около 10 % от всего объема потерь). К потерям на береговом складе или плотбище относятся: поломка отвалом бульдозера, гусеницами трактора при производстве работ по штабелевке и сброске круглых лесоматериалов (5,8 %); поломка при штабелевке и сброске бревен лебедками (до 2,5 %); переруб бревен при производстве вспомогательных работ (во время сброски вручную перерубается до 0,6 %).

Кроме того, потери на складе часто вызываются несоответствием конструкции штабелей приемам работ и способам использования механизмов при сброске, когда необходимость полного сохранения древесины в процессе сброски не учитывается.

С целью ликвидации этого вида потерь рекомендуются следующие мероприятия: организация работ на береговых складах и плотбищах с соблюдением действующих технических правил; применение на сброске леса в воду технологии и механизмов, исключаящих поломку на складах (сброска кранами с челюстными захватами); переработка некондиционной древесины на деловые сортаменты.

2. Мероприятия, предотвращающие засорения водных объектов (ГОСТ 17.1.3.01—76 . Охрана природы. Гидросфера. Правила охраны водных объектов при лесосплаве). Основные мероприятия, касающиеся береговых складов, следующие:

хвойные тонкомерные сортаменты недостаточной плавучести должны сплаваться в микропучках или до пуска в молевой лесосплав подвергаться пролыске или окорке и просушиваться;

сортаменты лиственных пород должны просушиваться транспирационной или атмосферной сушкой, торцы бревен покрываться гидроизоляционными составами, безвредными для водных организмов;

лиственница перед молевым лесосплавом должна просушиваться методом транспирационной сушки деревьев на корню после кольцевания или атмосферной сушки в штабелях бревен, подвергшихся пятнистой окорке;

после окончания лесосплава сброска лесоматериалов на воду должна быть прекращена;

территория береговых складов, лесоперевалочных баз и деревообрабатывающих предприятий должна систематически, не реже 1 раза в год, очищаться от древесных отходов, но сброска отходов в воду, на лед, на затопляемые берега не допускается;

береговые склады на участках сброски лесоматериалов на воду должны быть оборудованы береговыми спусками и другими сооружениями, предохраняющими берег от разрушения;

по окончании использования водного объекта в лесосплавных целях должна быть проведена рекультивация участков берегов в местах береговых складов и сплавных сооружений.

Контрольные вопросы

1. По каким классификационным признакам разделяются береговые склады?
2. Чем отличаются требования, предъявляемые при проектировании затопляемых складов, от незатопляемых?
3. Каковы параметры сплоточных единиц?
4. Как определить площадь затопляемого склада?
5. Каковы параметры плотбища и как их устанавливают?
6. От каких факторов зависит производительность труда на сброске?
7. Как определить потребность механизмов и рабочих при сплотке?
8. Каковы природоохранные мероприятия организации работ на береговых складах?

4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРВОНАЧАЛЬНОГО ЛЕСОСПЛАВА

4.1. ОБОСНОВАНИЕ И РАСЧЕТ ЛЕСОПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ РЕКИ

Общие положения

Лесопропускной способностью реки или ее участка за некоторый промежуток времени (час, сутки, сезон) называется максимальное количество леса, которое может проплыть беспрепятственно в плотях или без образования заломов при молевом лесосплаве через данный створ за это время.

Лесопропускная способность различна для первоначального плотового и молевого лесосплава. Она зависит от габаритов лесосплавного хода (ширины, глубины), скорости течения, продолжительности стояния сплавных горизонтов воды, габаритов сплавляемых единиц, степени организации лесосплава.

Расчет лесопропускной способности производится для расчетного маловодного года по стоку за период лесосплава 80 %-ной обеспечен-

ности при объеме лесосплава менее 300 тыс. м³ и 85 %-ной обеспеченности при объеме лесосплава от 300 тыс. м³ до 1 млн. м³.

До расчета выполняются необходимые изыскательские работы, по которым составляются: топографические данные, включающие план, продольный профиль реки, поперечные профили реки по лимитирующим (ширине, глубине, радиусу закругления русла) створам; гидрологические материалы, включающие гидрологическую записку по объекту, гидрологические характеристики средних скоростей по сечению $v_j = f(H_j)$, ширины $b_j = f(H_j)$, глубины $h_j = f(H_j)$ на лимитирующих створах реки, планируемый грузопоток и график его нарастания по длине реки, места расположения складов и плотбищ, средний и максимальный размер сплавляемых грузоединиц.

Кроме того, должны быть составлена схема обоновки реки и расстановки руслостеснительных сооружений для молевого лесосплава, а для плотового лесосплава — установлена береговая судоходная обстановка и осуществлены простейшие мелиоративные работы по подготовке пути, включающие руслоочистительные и берегоочистительные работы. Спрямление наиболее крутых излучин с радиусами закругления русла менее 30 м.

Расчет лесопропускной способности реки при молевом лесосплаве

1. Деление реки на расчетные участки. Для расчета лесопропускной способности реку делят на расчетные участки с примерно однообразными шириной, характером русла, гидрологическим режимом и устройством. Длина расчетных участков зависит от характера реки и колеблется от 1 . . . 2 км на неблагоприятных для лесосплава формах русла и до 30 км на более благоприятных русловых формах.

Далее в пределах каждого расчетного участка выбирают один или несколько неблагоприятных для лесосплава створов (лимитирующих) — с малой шириной лесосплавного хода, недостаточными скоростями течения или быстрым спадом глубин (пороги, перекаты).

Лимитирующие створы выбираются на основании анализа плана реки, ее продольного профиля и схемы обоновки лесосплавного хода. При отсутствии перечисленных материалов расчет ведется по створам, выбранным в процессе лесосплавного обследования.

По всем установленным лимитирующим створам определяют лесопропускную способность, после чего на расчетном участке за расчетный створ принимают створ с наименьшей лесопропускной способностью.

2. Расчет продолжительности периода лесосплава. Продолжительность периода лесосплава T_n в лимитирующем створе участка реки устанавливается по графику колебаний уровней воды исходя из продолжительности стояния уровней, обеспечивающих минимальную глубину при принятой ширине лесосплавного хода.

Минимальная глубина лесосплавного хода вычисляется по формуле

$$h_{\text{спл}} = T + Z, \quad (4.1)$$

где T — наибольшая осадка, м (при молевом лесосплаве $T = 0,8d_{\text{max}}$); d_{max} — максимальный диаметр сплаваемых бревен, м; Z — донный запас (при молевом лесосплаве $Z = 0,1 \dots 0,15$ м).

Минимальная ширина лесосплавного хода при молевом лесосплаве определяется из условия

$$b_0 = l_{\text{max}} + \Delta b, \quad (4.2)$$

где l_{max} — максимальная длина сплаваемых бревен, м; Δb — запас ширины (берется не менее 1 м).

Для каждого лимитирующего створа на участке строится график колебания уровней воды для расчетного маловодного года необходимой обеспеченности (рис. 4.1), а также устанавливаются зависимости $v_j = f(H_j)$, $b_j = f(H_j)$ и $h_j = f(H_j)$.

При определении возможной продолжительности периода лесосплава обязательно учитывается время, требующееся для проплава леса в пределах каждого участка реки. Для этого строится для каждого участка график возможной продолжительности лесосплава (рис. 4.2): наносятся пунктирные линии стояния лесосплавных горизонтов; вычисляется скорость движения (км/сут) "головы" и "хвоста" лесосплава

$$v_{\text{г,х}} = 3,6 v_{\text{п}} K t, \quad (4.3)$$

где $v_{\text{п}}$ — средняя поверхностная скорость течения за соответствующий период, м/с; K — коэффициент, учитывающий снижение скорости движения бревен относительно скорости течения (для "головы" лесосплава принимается $K = 0,8$, а для "хвоста" $K = 0,6$); t — продолжительность движения леса в сутки (принимается в пределах от 14 до 20 ч).

Для каждого участка вычисляется продолжительность движения "головы" и "хвоста" по формулам

$$t_{\text{г}} = \frac{l}{v_{\text{г}}} \text{ и } t_{\text{х}} = \frac{l}{v_{\text{х}}}, \quad (4.4)$$

где l — длина участка, км.

По вычисленным значениям $t_{\text{г}}$ и $t_{\text{х}}$ наносятся на график линии возможного начала и окончания лесосплава. Первая проводится начиная от верхней границы участка, а вторая — от нижней. Наклон линий определяется продолжительностью движения леса по участку.

Возможная продолжительность лесосплава определяется для каждого

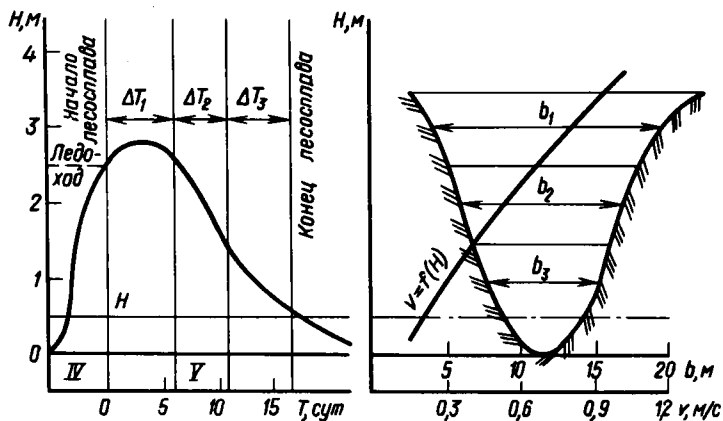


Рис. 4.1. Исходные данные для расчета лесопропускной способности реки

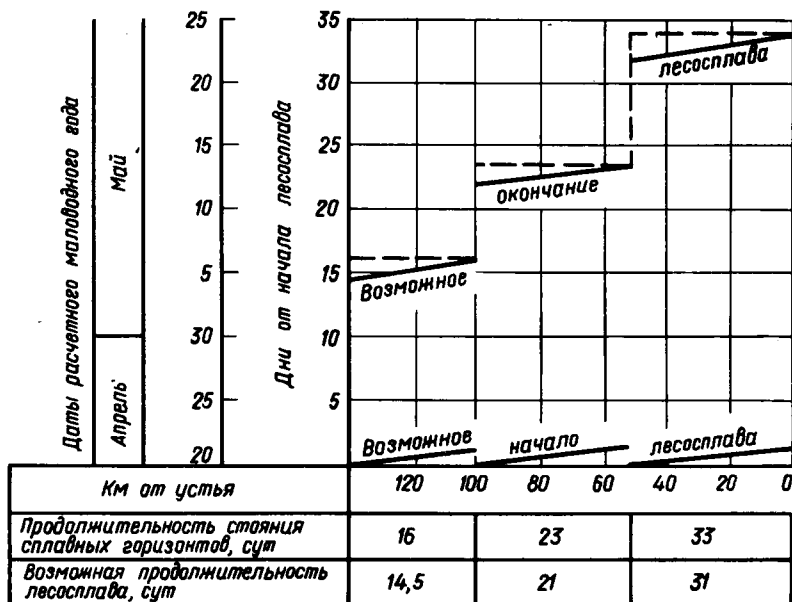


Рис. 4.2. График возможной продолжительности лесосплава

участка по графику как разность ординат возможного начала и окончания молевого лесосплава. При большой амплитуде уровней и большом изменении b и v_n весь период лесосплава делится на несколько интервалов и для каждого интервала вычисляется лесопропускная способность.

3. Расчет лесопропускной способности. Суточная лесопропускная способность створа ($\text{м}^3/\text{сут}$) для каждого расчетного интервала времени вычисляется по формуле

$$N_{\text{сут}} = 3600 K_c v_n b_c \beta_c q t, \quad (4.5)$$

где K_c — коэффициент перехода от средней поверхностной скорости течения к скорости движения бревен; v_n — средняя поверхностная скорость течения, м/с; b_c — сжатая ширина лесосплавного хода, м; β_c — коэффициент заполнения лесосплавного хода в сжатом сечении плывущим лесом; $q = \pi d_{\text{ср}}^2 / 4$ — объем лесоматериалов, плотно размещающихся на 1 м^2 водной акватории; $d_{\text{ср}}$ — средний диаметр сплаваемых бревен, м; t — время движения леса через створ, ч (принимается $t = 14 \dots 20$).

Значения $K_c \beta_c$ в расчетах принимаются: при $v_n < 1,5$ м/с $K_c \beta_c = 0,175$, а при $v_n > 1,5$ м/с $K_c \beta_c = 0,155$, при $v_n > 1,5$ м/с и глубине в сжатом сечении лесосплавного хода $h \leq 0,7 \dots 0,8$ м $K_c \beta_c = 0,11$.

Средняя поверхностная скорость течения (м/с) вычисляется по формуле

$$v_n = 1,25 v_{\text{ср}}, \quad (4.6)$$

где $v_{\text{ср}}$ — средняя по живому сечению скорость течения, м/с (берется по графику $v_i = f(H_i)$ для расчетного интервала). При отсутствии плана реки и схемы ее обоновки сжатая ширина определяется по зависимости

$$b_c = \epsilon b, \quad (4.7)$$

где b — средняя ширина реки по зеркалу в расчетном створе за рассматриваемый интервал; ϵ — коэффициент использования для лесосплава ширины реки.

Значение коэффициента ϵ в зависимости от ширины:

$b, \text{ м}$	10	20	40	60	80	100	200
ϵ	0,70	0,60	0,50	0,42	0,37	0,33	0,25

При большой амплитуде уровней сезонная лесопропускная способность ($\text{м}^3/\text{сут}$) рассчитывается как сумма лесопропускной способности за интервалы времени, соответствующие продолжительности стояния

высоких, средних и низких уровней в пределах общего периода лесосплава, т. е.

$$N_{\text{сез}} = N_{\text{сут1}} \Delta T_1 + N_{\text{сут2}} \Delta T_2 + N_{\text{сут3}} \Delta T_3, \quad (4.8)$$

где $N_{\text{сут1}}$, $N_{\text{сут2}}$, $N_{\text{сут3}}$ — среднесуточная лесопропускная способность за интервалы времени ΔT_1 , ΔT_2 и ΔT_3 , определяемая для каждого интервала по средним значениям ширины реки b и поверхностной скорости течения $v_{\text{п}}$.

Расчет лесопропускной способности для каждого створа практически вести по форме 4.1.

Форма 4.1

Расчетный интервал с до	Продолжительность рас-четного интерва-ла ΔT_i , сут	Средняя за интер-вал от-метка горизон-та воды	Расчетные скорости, м/с		Расчетная ширина лесо-сплавного хода, м			$K_c \beta_c$	Лесопропуск-ная способ-ность, тыс. м ³
			$v_{\text{ср}}$	$v_{\text{п}}$	b	ϵ	b_c		
.....								су-точ-ная	за рас-четный интервал ΔT_i
.....									
.....									

Всего
за сезон

По данным формы 4.1 составляется сводная таблица лесопропускной способности по форме 4.2.

Форма 4.2

Расчетный участок	Расчетный створ	Расчетный период лесосплава			$N_{\text{сез}}$, тыс. м ³	Приме-чание
№ от до км от устья	№ км от устья	Начало	Конец	Продол-жительность, сут		

При малой амплитуде уровней, а следовательно, и малом изменении b и v в период лесосплава $N_{\text{сез}}$ можно определить по $N_{\text{сут}}$, вычисленной по средним b и v для всего лесосплавного периода $T_{\text{п}}$. В этом случае

$$N_{\text{сез}} = N_{\text{сут}} T_{\text{п}}. \quad (4.9)$$

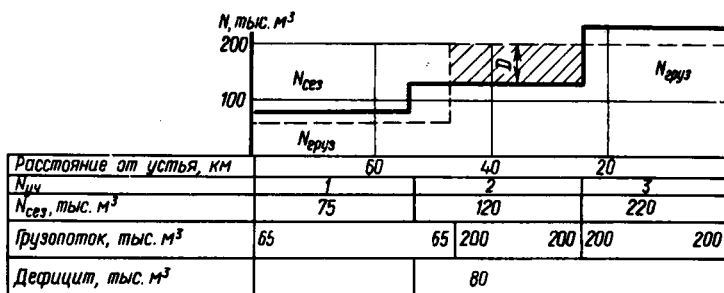


Рис. 4.3. Дефицит лесопропускной способности реки

4. Проверка дефицита лесопропускной способности. Для решения вопроса о возможности при данном техническом состоянии реки лесосплава в планируемом объеме строится совмещенный график сезонной лесопропускной способности и проектного грузопотока (рис. 4.3). Если на всем протяжении реки линия грузопотока проходит ниже линии сезонной лесопропускной способности, т. е. $N_{гру} \leq N_{сез}$, то лесосплав в планируемом объеме обеспечен и работы по улучшению реки могут быть сведены к простейшей мелиорации.

На тех участках реки, где $N_{гру} > N_{сез}$, возникает дефицит лесопропускной способности, который вычисляется по формуле

$$D = N_{гру} - N_{сез} \quad (4.10)$$

Дефицит лесопропускной способности может быть устранен посредством следующих мероприятий: увеличением длительности работы в течение суток; более полным использованием ранневесеннего периода за счет ускорения вскрытия реки и т. д.; русловыправительными работами на лимитирующих участках реки; регулированием русла и стока.

Окончательный выбор способа устранения дефицита делается в результате рассмотрения и технико-экономического анализа вариантов схем улучшения реки.

Расчет лесопропускной способности реки при первоначальном плотовом лесосплаве

Расчет лесопропускной способности реки при плотовом лесосплаве производится в следующем порядке: сначала реку разбивают на расчетные участки, в пределах каждого участка устанавливают лимитирующие створы, обосновывают продолжительность периода плотового лесосплава и габариты плотов. Наконец, используя полученные материалы, производят расчет лесопропускной способности.

1. Деление реки на расчетные участки. Длину реки на планируемой для буксировки плотов части делят на расчетные участки с примерно однообразным характером русла, сравнительно постоянным гидрологическим режимом, мало меняющимся грузопотоком.

Границы участков устанавливают на основании анализа русловой съемки и продольного профиля реки либо по материалам лесосплавного обследования. Длину расчетных участков назначают обычно от 30 до 60 км и таким образом, чтобы на каждом участке или максимум на каждых двух участках имелся один опорный водомерный пост УГМС. В пределах каждого расчетного участка определяют несколько лимитирующих для буксировки плотов створов с наименьшей шириной и глубиной русла, малыми радиусами закруглений русла, естественными или искусственными сужениями русла. Лимитирующие створы устанавливают на основании анализа русловой съемки реки, ее продольного профиля и схемы расположения плотбищ.

В пределах каждого расчетного участка устанавливаются поперечные створы, лимитирующие лесопропускную способность и определяющие продолжительность периода буксировки плотов. По установленным лимитирующим створам предоставляются морфометрические характеристики поперечного сечения русла в зависимости от уровней воды, средней ширины $b_j = f(H_j)$, средней глубины $h_j = f(H_j)$ и средней скорости $v_j = f(H_j)$, используемые в дальнейших расчетах.

2. Обоснование возможной продолжительности лесосплава и габаритов плотов. Возможная продолжительность периода первоначального плотового лесосплава (продолжительность периода буксировки плотов) устанавливается одновременно с установлением габаритов плотов. Для этого для каждого лимитирующего створа на участке строится график колебания уровней воды для расчетного маловодного года необходимой обеспеченности. В случае необходимости строятся кривые обеспеченности минимальных уровней $H_j = f(T_j, P_j)$ для различных периодов ($T_1 = 10$; $T_2 = 15$; $T_3 = 20$ дней) лесосплава. По построенным графикам находится уровень воды ΔH_0 для расчетного участка, при котором обеспечиваются требуемые габариты пути и глубина на плотбищах, для чего на отобранные и построенные в единой системе отметок поперечные сечения лимитирующих створов вписывается (без врезки) габаритный прямоугольник, высотой равной осадке плота T с учетом донного запаса Z и шириной, равной ширине лесосплавного хода b_c .

Осадку плота вычисляется исходя из минимальной лесосплавной глубины $h_{\text{спл}}$ на лимитирующем участке и донного запаса $Z = 0,2 \dots 0,3$ м

$$T = h_{\text{спл}} - Z. \quad (4.11)$$

Осадку плота может определяться и по формуле

$$T = 0,12 \sqrt{\frac{W_{\text{пл}}}{B}}, \quad (4.12)$$

где $W_{\text{пл}}$ — объем плота, м^3 , для рек первоначального лесосплава $W_{\text{пл}} = 3,5 \dots 5$ тыс. м^3 ; B — ширина плота, м.

Ширина плота зависит от ширины лесосплавного (судоходного) хода на лимитирующем участке и составляет при одностороннем движении

$$B \leq b_c / 1,5; \quad (4.13)$$

при двустороннем движении

$$B \leq (b_c - 1,3 B_k) / 1,3, \quad (4.14)$$

где B_k — ширина встречного каравана судов.

Ширина плота для рек первоначального лесосплава обычно находится в пределах $B = 15 \dots 27$ м.

Объем плота вычисляется по формуле

$$W_{\text{пл}} = K_{\text{пл}} L B T, \quad (4.15)$$

где $K_{\text{пл}}$ — коэффициент полндревесности плота, для речных сортиментных плотов в оплотнике $K_{\text{пл}} = 0,4$, для однопакетных хлыстовых плотов $K_{\text{пл}} = 0,32$, для двухпакетных — $K_{\text{пл}} = 0,34$.

Максимально возможная длина плота определяется радиусом кривизны r и шириной лесосплавного (судового) хода b на криволинейном лимитирующем участке буксировки и вычисляется по формуле

$$L = \sqrt{0,0025r + 4,4r b_c + 7,8b_c^2 + 3,4b_c^3/r}. \quad (4.16)$$

Для прямолинейных участков L вычисляется по формуле

$$L = 20,4 \sqrt{\frac{W_{\text{пл}}}{B}}. \quad (4.17)$$

Требуемые ширина B , осадка и длина плота определяются исходя из естественных габаритов пути и заложения дна плотбища.

При равенстве продолжительности периодов буксировки и вывода плотов из плотбищ по высоте водосъемного уровня на плотбищах ΔH_0 из графиков $h_i = f(H_i)$ и $b_c = f(H_i)$ устанавливаются глубина и ширина лесосплавного хода для маловодного года расчетной обеспеченности, а из графика $H = f(t)$ возможная продолжительность периода буксиров-

ки t_B . Когда продолжительности периодов буксировки и вывода плотов из плотбищ разные, порядок определения ΔH_0 остается прежним с той лишь разницей, что высота водосъемного уровня для плотбища ΔH_0 и габариты лесосплавного хода определяются раздельно. При этом так же, как и ранее, из графиков $h_i = f(H_i)$ и $b_i = f(H_i)$ устанавливаются значения h_c и b_c , а из графика $H = f(t)$ — возможная продолжительность периода буксировки t_B .

Так как возможная продолжительность периода буксировки лесосплава для данного расчетного участка не учитывает условий в течение этого периода на выше- и нижележащих участках реки, то устанавливается требуемая продолжительность периода буксировки (сут) на каждом участке по формуле

$$t_T = \frac{S_t W_{\text{нав}}}{24 K_6 W_{\text{пл}}}, \quad (4.18)$$

где $W_{\text{нав}}$ — планируемый объем плотового лесосплава, м^3 ; K_6 — коэффициент использования суток для буксировки плотов (при круглосуточном действии судоходной обстановки или световых судоходных знаков в темное время суток $K_6 = 0,5 \dots 0,7$); S_t — средний интервал между буксируемыми плотами, принимается $S_t \geq 2$ ч (точные значения могут быть взяты из графика движения плотов).

На основании сопоставления требуемой и возможной продолжительности периода буксировки на каждом расчетном участке реки устанавливается лимитирующий створ, по которому и принимается расчетный период буксировки плота на вышележащем участке реки t_p ; для нижележащих участков — расчетный период буксировки определяется аналогично вышеизложенному.

3. Расчет лесопропускной способности. При наличии топографических и гидрологических материалов изысканий сезонная лесопропускная способность для расчетного участка реки $N_{\text{сез}}$, м^3 , рассчитывается исходя из объема плота $W_{\text{пл}}$, м^3 , расчетной продолжительности периода буксировки t_p , сут, среднего интервала между буксируемыми плотами S_t , ч, и коэффициента использования суток для буксировки по формуле

$$N_{\text{сез}} = \frac{24 t_p K_6}{S_t} W_{\text{пл}}. \quad (4.19)$$

При отсутствии топографических и гидрологических материалов изысканий на предпроектных стадиях проектирования лесопропускная способность реки рассчитывается по приближенной зависимости

$$N_{\text{сез}} = AtF, \quad (4.20)$$

где F — площадь водосбора в расчетном створе, км, определяется по картографическим материалам или гидрологическим ежегодникам; t — продолжительность периода буксировки плотов, сут; A — параметр, определяемый в зависимости от длины плота L и интервала между пуском плотов S_t по табл. 4.1.

Таблица 4.1

Длина плота	Значение A для интервалов между пуском плотов S_t , ч				
	1	2	3	4	5
180	2,10	1,05	0,70	0,53	0,42
220	2,90	1,45	0,97	0,72	0,58
240	3,16	1,58	1,05	0,79	0,63
320	4,20	2,10	1,40	1,05	0,94

Для выяснения того, достаточна ли для проектируемого объема плотового лесосплава лесопропускная способность реки, сопоставляются значения сезонной лесопропускной способности $N_{\text{сез}}$ по участкам с нарастающим по длине реки планируемым объемом лесосплава $W_{\text{нав}}$. На тех участках реки, где $N_{\text{сез}} \geq W_{\text{нав}}$, лесослав в планируемом объеме обеспечивается.

Если же $N_{\text{сез}} < W_{\text{нав}}$, но необходимо рассмотреть возможность увеличения габаритов плота или уменьшить интервалы между плотами, либо рассмотреть возможность увеличения расчетной продолжительности периода буксировки за счет более раннего лесосплава путем вскрытия реки ледоколом, зачернения и т. д.

4.2. ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ РАБОТ. РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ МЕХАНИЗМОВ И РАБОЧИХ

Сброска леса

С подъемом уровней воды начинается сброска леса на воду. На сброске леса широко применяются лебедки, краны, специальные сбрасыватели, а также тракторы и бульдозеры.

Сброска леса лебедками производится при перпендикулярном к реке расположении штабелей и их длине (ширине склада) до 100 . . . 120 м. На сброске могут применяться лебедки с двумя и более барабанами типа Л-71, ЛЛ-9, ЛЛ-11, ЛЛ-22 и др. Описание конструкции и техническая характеристика лебедок приведены в [10]. Для организации

работ по сброске леса устанавливают и закрепляют лебедку и блоки, прокладывают канаты, укладывают и закрепляют покаты. При ширине реки до 40 м лебедку устанавливают на противоположном берегу, а при большей ширине — на понтоне в русле, либо на берегу сбоку или сзади штабелей. После этого рабочие самораскрывающимися стропными комплектами зацепляют пачку леса, которую лебедка стаскивает по скатам в воду. Сбросив пачку на воду, включают возвратный канат, при движении которого стропы расцепляются, лес уплывает, а стропы возвращают за очередной пачкой леса. Далее процесс повторяется. После сброски всей древесины со склада производится уборка покатов и зачистка берегов.

На сброске обычно работает бригада, включающая лебедчика, двух рабочих на зацепке пачки и укладке покатов и одного рабочего на зачистке берегов. При расположении лебедки сзади либо сбоку штабелей, когда у лебедчика плохая обзорность, дополнительно выделяют сигнальщика.

Сброска леса кранами производится со складов шириной до 60 м, грузооборотом 80 . . . 100 тыс. м³ и длительностью стояния лесосплавных горизонтов, равной и более 60 сут.

Наиболее широко применяются башенные краны БКСМ-14ПМ2, КБ-572 с грейферами и консольно-козловые краны. Характеристика кранов приведена в [10]. Сброска леса кранами выполняется следующим образом. Грейфер подают к беспрокладочному штабелю, опускают на штабель и захватывают им пачку леса. Пачку поднимают и подают к лотку, где грейфер раскрывают и древесина падает в лоток, по которому скатывается в воду. Лоток, как и кран, может перемещаться вдоль берега.

Сброска леса сбрасывателями ЛТ-34 и ЛТ-35 производится со складов, расположенных вдоль реки. При сброске этими агрегатами штабели целесообразно располагать вдоль бровки берега. Они могут успешно работать на сброске леса и из перпендикулярно расположенных к реке штабелей.

Перед началом сброски агрегатами выполняют подготовительные работы: расчистку проездов, устройство подъездов к реке. Место сброски выбирают с учетом глубины у берега, достаточной для того, чтобы все сброшенные бревна оказались на плаву. В случае отсутствия этого условия делают съезд в русло.

Сброску бревен из штабелей глубиной до 35 м и уложенных перпендикулярно к реке производят начиная с дальнего от реки конца. Для этого агрегат подходит задним ходом к штабелю, опускает захват и, надвигая его на штабель, набирает пачку, поднимает ее, отходит от штабеля и задним ходом подходит к реке, где сбрасывает пачку на воду. Возвращается агрегат за очередной пачкой передним ходом, т. е. агрегат движется без разворота — челночным методом. Остаток штабеля агрегат

сталкивает на воду без набора пачки. Сброску древесины из более длинных штабелей производят также с дальнего конца, но с разворотом трактора. Набор и сброска пачки производятся при движении задним ходом, а движение с пачкой и порожнем — передним ходом.

Наиболее эффективна работа сбрасывателей при сброске древесины из штабелей, расположенных параллельно к реке. При удобном подъезде к реке разворот сбрасывателя производится только на угол $0,5 \pi$.

Сброска леса штабелерами ЛТ-32 и ЛТ-33 производится на тех же складах, что и агрегатами ЛТ-34 и ЛТ-35. Характеристика сбрасывателей и штабелеров приведена в справочнике [10].

После установления типа и размера штабелей, выбора механизма для сброски и разработки технологических схем сброски рассчитывается для каждого склада суточная потребность механизмов и рабочих по формулам

$$n_M = \frac{W}{\Pi_{CM} Z T}; \quad (4.21)$$

$$n_P = n_M Z i, \quad (4.22)$$

где W — объем леса на складе, предназначенного для молевого лесосплава, m^3 ; Π_{CM} — сменная производительность механизма, m^3 ; Z — количество рабочих смен в сутки; T — продолжительность периода сброски, сут; i — количество рабочих, обслуживающих механизм.

Производительность механизма берется по нормам [3] для среднего расстояния перемещения бревен, устанавливаемого по принятой длине штабелей и расстоянию от головок штабелей до уреза воды, либо рассчитывается по формуле

$$\Pi_{CM} = \frac{60 W_P t_{CM} \varphi_1 \varphi_2}{t_{\text{ц}}}, \quad (4.23)$$

где W_P — объем пачки, m^3 ; t_{CM} — продолжительность смены, ч; φ_1 — коэффициент использования рабочего времени, $\varphi_1 = 0,75 \dots 0,9$; φ_2 — коэффициент, учитывающий затраты времени на перестановку канатоблочной системы, $\varphi_2 = 0,5 \dots 0,7$; $t_{\text{ц}}$ — продолжительность цикла, мин.

Продолжительность цикла:

для лебедок

$$t_{\text{ц}} = t_3 + \frac{l_{\text{ср}}}{60 v_{\text{гп}}} + t_0 + \frac{l_{\text{ср}}}{60 v_x}; \quad (4.24)$$

для сбрасывателей, штабелеров и т. п.

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{з}} + \frac{2 l_{\text{ср}}}{60 v_{\text{ср}}} + t_{\text{о}}, \quad (4.25)$$

где $t_{\text{з}}$ — время на зацепку пачки ($t_{\text{з}} = 1 \dots 1,5$ мин); $l_{\text{ср}}$ — среднее расстояние перемещения пачки, м; $v_{\text{гр}}$ — скорость движения грузового каната, м/с; $t_{\text{о}}$ — время на оценку пачки ($t_{\text{о}} = 1,0 \dots 1,5$ мин); $v_{\text{х}}$ — скорость движения холостого каната, м/с; $v_{\text{ср}}$ — средняя скорость передвижения механизма с грузом и порожнем, м/с.

Продолжительность сброски, суточный объем сброски, необходимое количество рабочих и механизмов рассчитываются в процессе разработки графика лесосплава с учетом расчетных объемов и сроков сброски.

При установлении суточных объемов сброски и выпуска леса из притоков исходят из того, чтобы в сумме они не превышали суточную лесопропускную способность реки. При различных по времени суточных объемах сброски со склада количество рабочих и механизмов подсчитывается для каждого объема и периода сброски.

Общее руководство работой бригад на сброске леса осуществляет мастер.

Молевой лесосплав

Лесосплавные реки делятся: по уклону — на равнинные ($I \leq 0,0009$), полугорные ($I = 0,0009 \dots 0,002$) и горные ($I > 0,002$); по ширине на малые ($b = 6 \dots 10$ м), средние ($b = 11 \dots 25$ м) и большие ($b > 25$ м); по подготовленности (устроенности) для лесосплава — на недостаточно подготовленные, удовлетворительно и хорошо подготовленные. При дистанционно-патрульном способе сплава реки по пригодности для лесосплава делятся на три степени трудоемкости проплава. В зависимости от гидрологической характеристики реки и производственных условий применяют следующие способы организации проведения молевого лесосплава: дистанционно-патрульный и пикетно-конвейерный.

Дистанционно-патрульный (основной способ проведения молевого лесосплава) применяют на равнинных и полугорных реках с шириной более 10 м и глубинах, позволяющих использовать патрульные суда. При этом способе сплава весь лесосплавной путь или участки реки делят на дистанции протяженностью 25 ... 45 км. Каждую дистанцию обслуживает бригада рабочих с приданным ей патрульным судном. Используя судно, рабочие устанавливают лесонаправляющие и лесоограждающие сооружения до начала лесосплава, ежедневно патрулируя, следят за работой бонов, очищают берега от остановившихся и обсохших бревен, разбирают косы, т. е. обеспечивают непрерывное движение

ревесины на всей дистанции. По завершении лесосплава убирают лесонаправляющие сооружения и передают сплав нижерасположенной бригаде. Длину дистанции для каждой бригады устанавливают исходя из степени трудоемкости участка реки для проплава, его устроенности и типа судна с учетом ежедневного возврата бригады в базовый пункт по формуле

$$L_d = \frac{t_{см}}{t_n}, \quad (4.26)$$

где $t_{см}$ — продолжительность рабочей смены, ч; t_n — норма затрат времени в часах, при обслуживании патрульным судном 1 км лесосплавного участка реки, зависящая от степени трудоемкости дистанции для проплава леса, типа и скорости судна (берется из табл. 4.2 для рек шириной до 100 м и коэффициента заполнения лесосплавного хода лесом $\beta = 0,15$. При других значениях b и β необходимо пользоваться примечанием к табл. 4.2).

Таблица 4.2

Тип судна	Скорость судна, км/ч	Норма затрат времени (ч) на обслуживание катером 1 км дистанции в течение суток при степени трудоемкости участка реки		
		I	II	III
Патрульное судно с технологическим оборудованием	13 ... 15	0,23	0,34	0,66
	16 ... 21	0,20	0,30	0,52
КС-100А, ПС-5	22	0,17	0,28	0,49
Патрульное судно без технологического оборудования	13 ... 16	0,28	0,45	0,76
	17 ... 21	0,25	0,40	0,72
Моторные лодки	22	0,22	0,38	0,69
	9 ... 11	0,42	0,63	0,86
	12 ... 13	0,36	0,58	0,80

Примечание. При $b > 100$ м $t_{н.вр}$ увеличивают на 30 %. Скорость судна уменьшают при $\beta = 0,2$ на 4 %, при $\beta = 0,3$ на 9, при $\beta = 0,4$ на 16 и $\beta = 0,5$ на 25 %.

При включении в дистанцию участков реки разной степени трудоемкости проплава длина дистанции определяется из условия

$$l_1 t_1 + l_2 t_2 + \dots + l_n t_n = t_{м.см}, \quad (4.27)$$

где l_1, l_2, \dots, l_n — длины участков разной степени трудоемкости проплава, включенных в данную дистанцию, км; t_1, t_2, \dots, t_n — норма затрат времени судном в течение суток на обслуживание 1 км пути соответствующего участка, ч; $l_1 + l_2 + \dots + l_n = L_d$ — длина дистанции, км.

Число дистанций на каждом сплавом участке определяют делением длины этого участка на расчетную длину дистанции. При получении дробного числа дистанций производят округление до целых чисел. Окончательно расчетная длина дистанции берется с учетом округления и размещения на участке их целого числа. Количество судов на участке равняется числу дистанций на нем.

Потребность рабочих в смену, включая команду судна, на проплаве леса по дистанции подсчитывается по формуле

$$n_p = \frac{\mathcal{E}_0 K_\beta L_d}{Z} + n', \quad (4.28)$$

где \mathcal{E}_0 — норма затрат труда на обслуживание рабочим 1 км реки соответствующей трудоемкости, чел.-смена (берется из табл. 4.3); L_d — окончательно установленная длина дистанции, км; Z — количество рабочих смен в сутки; n' — количество рабочих, дополнительно выделяемых для пропуска леса через мосты, плотины и т. д. (1 . . . 3 чел. в сутки на объект); K_β — параметр, учитывающий степень заполнения ширины лесосплавного хода реки лесом, зависит от β (при β равном 0,03; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25 K_β соответственно 1,0; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5).

Коэффициент β вычисляется из равенства навигационного объема проплава леса по участку и его сезонной лесопропускной способности.

Таблица 4.3

Степень трудоемкости реки	Суда с технологическим оборудованием	Суда без технологического оборудования
I	0,25	0,30
II	0,50	0,60
III	1,00	1,20

Потребность рабочих в смену и в сутки на дистанции рассчитывается одновременно с разработкой графика лесосплава. При наличии на участке передерживающей запани рассчитывается и потребность рабочих на разборке пьжа и пропуске леса через ворота запани.

В качестве патрульных судов применяют катера КС-100А и КС-100Д. Наличие лебедок и бревнотолкателей у этих катеров позволяет использовать их на установке и перемещении бонов, разборке кос, заломов и скатке больших остатков обсохшей древесины.

Пикетно-конвейерный способ проведения молевого лесосплава применяется лишь на полугорных и горных реках со скоростями течения воды более 2 м/с и малых равнинных реках шириной менее 10 м. При этом способе организации лесосплава реку делят на участки — дистанции

протяженностью до 15 км, за каждой дистанцией закрепляется бригада рабочих в 5 . . . 20 чел., которой придают моторную лодку, а в случае необходимости — трактора. Бригада рабочих выполняет ту же работу, что и при дистанционно-патрульном способе проведения молевого лесосплава.

Число рабочих на дистанции определяется по объему транспортной работы, подсчитываемой по формуле

$$A = W_1 l_1 + W_2 (l_1 + l_2), \quad (4.29)$$

где W_1 и W_2 — объем лесоматериалов соответственно на первом и втором складах, м³; l_1 — расстояние от склада до запани, км; l_2 — расстояние между складами, км.

Количество рабочих в смену на проплав древесины по участку

$$n_p = \frac{A}{P_{см} T} + n', \quad (4.30)$$

где $P_{см}$ — сменная норма выработки на одного рабочего, м³ · км/сут (берется по "Единым нормам выработки и расценкам на лесосплаве"); T — продолжительность периода лесосплава, сут; n' — количество рабочих, дополнительно выделяемых для пропуска леса через мосты, плотины и т. д. (1 . . . 3 человека в сутки на объект).

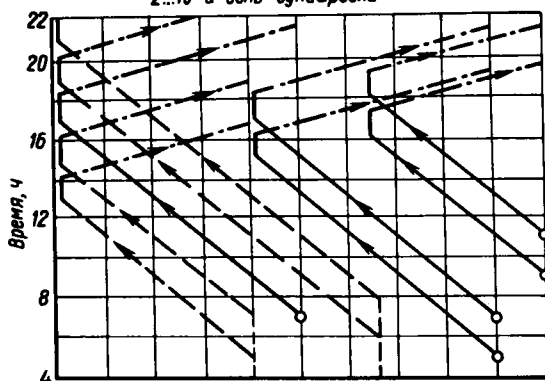
Количество мотолодок и тракторов на сплавном участке подсчитывается суммированием их по дистанциям. Продолжительность лесосплава и ежедневная потребность рабочих в целом по реке устанавливаются одновременно с разработкой графика лесосплава. Для руководства бригадами рабочих обычно 3 лесосплавные дистанции объединяют в мастерский участок, возглавляемый мастером лесосплава, а три мастерских участка — в лесосплавной участок, возглавляемый начальником участка.

Первоначальный плотовой лесосплав

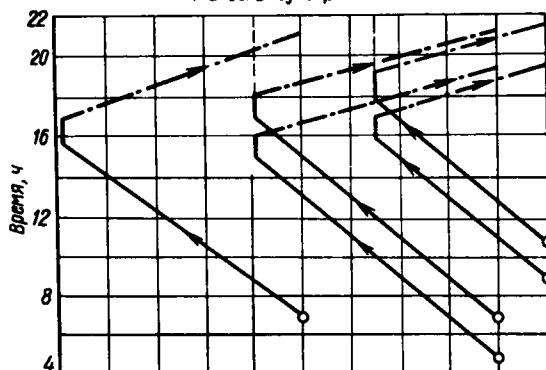
Первоначальный плотовой лесосплав применяется на несудоходных и временно судоходных реках взамен молевого лесосплава и осуществляется только в полноводный период на реках с площадью водосбора до 3000 км², продолжительностью периода лесосплава не менее 10 дней, средней скоростью течения до 1,7 м/с и радиусом кривизны лесосплавного хода не менее 30 м.

Первоначальный плотовой лесосплав осуществляется в полноводный период по лесосплавной реке: до пунктов выгрузки, расположенных на этой же реке; до пункта переформирования, расположенного на судоходной реке с ограниченным сроком использования ее для судоходства; до пункта переформирования или погрузки в суда, расположенного

2...15-й день буксировки



1-й день буксировки



$$K_B = \frac{22-5}{24} = 0,71$$

Обозначения

- — 1
- - - 2
- · - 3

Км от устья	0	50	90	100
Расчетные участки		II		I
Возможная продолжительность, сут		15		15
Отстойные пункты, км		40	65	
Плот-блицы	Количество плотов п-м/мл, шт.	15		20
	Всего плотов к створу, шт.	58		44
Интервал пуска плотов	Средний S_p , ч	3,4		4,25
	Минимальный S_p , ч	2,0		2,0
Расчет по (4.18), сут		$(3,4 - 59) : 24 \cdot 0,71 = 12$		$(4,25 - 44) : 24 \cdot 0,71 = 11$
Количество буксиров, шт.		5		4

Рис. 4.4. График движения плотов и определение среднего интервала пуска плотов S_p (при буксировке только в световое время ввиду отсутствия необходимой судоходной обстановки): 1 — буксировки плота с плотблицы с технической скоростью 5 км/ч; 2 — то же с пунктов отстоя; 3 — возвращение буксировщика со скоростью 15 км/ч

на судоходной реке в течение всей навигации. В двух последних случаях требуются стоянки, переформировочные рейды с расчалочно-счалочными операциями, операциями по изменению габаритов пучков, секций и плотов. Стоянки и рейды устраиваются в местах с достаточными габаритами для выполнения необходимых работ, защищенных от воздействия волн, со скоростями течения не более 1 м/с.

Формирование плотов производится на затопляемых плотбищах, где производится и оснащение плотов такелажем. Вывод и буксировка плотов начинаются с подъемом уровней воды до необходимых отметок. Средний интервал между буксируемыми плотами устанавливается по графику движения плотов, начиная от верхнего плотбища до устья реки или пункта приплыва. Построение графика движения плотов, составляемого по форме, аналогичной форме диспетчерского графика, ясно из рис. 4.4. Этот график используется при установлении среднего интервала между плотами и при определении требуемого количества буксиров. При этом интервал (по времени) между буксируемыми плотами не должен быть менее 2 ч. Для буксировки речных плотов, учитывая их относительно небольшие габариты и объемы, можно применять патрульные катера КС-100А, КС-100Д и буксиры ЛС-56А и ЛС-56Б.

Потребное число катеров для буксировки плотов подсчитывается по формуле

$$n_k = \frac{W t_p}{W_n t_c T}, \quad (4.31)$$

где W — навигационный объем буксировки, м³; W_n — объем плота, м³; t_p — продолжительность одного рейса, ч; t_c — число часов работы в сутки, ч (при отсутствии судоходной обстановки или световых судоходных знаков плоты буксируются только в светлое время суток, т. е. $t_c = 14 \dots 20$ ч, а при наличии знаков $t_c = 24$ ч); T — продолжительность периода плотового сплава, ч (берется из п. 4.1).

Продолжительность одного рейса подсчитывается по формуле

$$t_p = t_{гр} + t_{пор} + t_{всп} = \frac{l}{v_б + v_в} + \frac{l}{v_{пор} - v_в} + t_{всп}, \quad (4.32)$$

где $t_{гр}$ — продолжительность движения с плотом, ч; $t_{пор}$ — продолжительность движения судна порожнем, ч; $t_{всп}$ — время на зачку, отчку плота, маневровые работы в пунктах прибытия или остановки, ч (принимается в пределах $t_{всп} = 0,5 \dots 1,5$ ч); l — расстояние буксировки от плотбища до пункта приплыва, км; $v_б$ — скорость буксировки плота в стоячей воде, км/ч; $v_{пор}$ — скорость движения судна порожнем

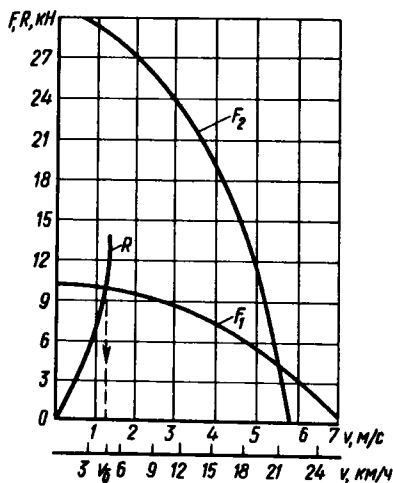


Рис. 4.5. Совмещенный график силы тяги F и сопротивления воды движению плота R

F_1 — для КС-100А; F_2 — для ЛС-56 Б

в стоячей воде, км/ч; $v_в$ — средняя по живому сечению скорость течения воды, км/ч.

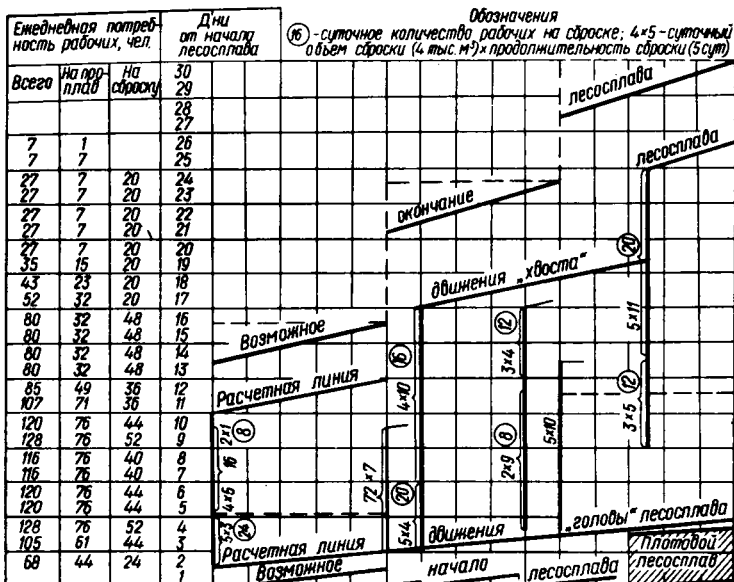
Для определения скорости буксировки $v_б$ — вычисляется сопротивление движению плота R для $v_б = 0,5; 1,0; 1,5$ м/с по известным формулам, например [16, с. 204]. Вычисленные значения наносятся на график с изображенной на нем кривой тяговой характеристики судна F , взятой из паспорта этого судна (рис. 4.5). Из точки пересечения R с F выбранного судна опускается перпендикуляр и в точке его пересечения с горизонтальной осью находится скорость буксировки $v_б$. Работами по отправке плотов руководит мастер.

порт этого судна (рис. 4.5). Из точки пересечения R с F выбранного судна опускается перпендикуляр и в точке его пересечения с горизонтальной осью находится скорость буксировки $v_б$. Работами по отправке плотов руководит мастер.

4.3. ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКА ЛЕСОСПЛАВА

Важнейшим этапом проектирования организации лесосплавных работ является график лесосплава (рис. 4.6), разработка и построение которого производится следующим образом.

1. Наносятся оси координат. На горизонтальной оси откладываются километры от устья, а по вертикальной — дни от начала лесосплава.
2. Наносится схема реки с указанием месторасположения складов, объемов леса на складах, населенных пунктов и инженерных сооружений.
3. В соответствии с расчетом лесопропускной способности при молевом сплаве (см. п. 1) река разбивается на участки с указанием категории и степени трудоемкости проплава или приспособленности для лесосплава.
4. В соответствии с п. 2 того же расчета на график наносятся пунктирные линии продолжительности стояния сплавных горизонтов, сплошные линии начала и окончания плотового лесосплава, вычисляется скорость движения "головой" и "хвоста" и наносятся линии "возможного начала лесосплава" и "возможного окончания лесосплава".
5. По графику для каждого участка устанавливается возможная продолжительность лесосплава, как разность ординат возможного начала и окончания лесосплава и заносится в соответствующую строку под графиком.



км от устья	140	120	100	80	60	40	20	0										
Схема реки и места расположения складов и притоков	<table border="1"> <tr> <td>Склад 4</td> <td>Пр 2</td> <td>Склад 3</td> <td>Склад 2</td> <td>Склад 1</td> </tr> <tr> <td>Участки реки и их характеристика</td> <td>3 уч.-к; Г.Р.Б</td> <td>2 уч.-к;</td> <td>III ст. пр</td> <td>1 уч.-к, II ст. пр</td> </tr> </table>								Склад 4	Пр 2	Склад 3	Склад 2	Склад 1	Участки реки и их характеристика	3 уч.-к; Г.Р.Б	2 уч.-к;	III ст. пр	1 уч.-к, II ст. пр
Склад 4	Пр 2	Склад 3	Склад 2	Склад 1														
Участки реки и их характеристика	3 уч.-к; Г.Р.Б	2 уч.-к;	III ст. пр	1 уч.-к, II ст. пр														
Объем леса, тыс. м³	40	50	60	30	50	70												
Продолжительность сароски лесосплавных понижений, сут	на складе																	
	на притоке																	
Скорость движения км/сут	высоких	4		6		9												
	пониженных	11		17		21												
Мощь, тыс. м³ в сутки	галовы*	42		38		35												
	'хвоста'	18		16		15												
Возможная продолжительность сароски, сут	при высоких уровнях воды	8		20		25,5												
	при пониженных уровнях воды	5		16		18												
Расчетная продолжительность сароски и выпуска леса, сут	при высоких уровнях воды	4		6		8												
	при пониженных уровнях воды	8		14		17												
Интенсивность пуска леса, тыс. м³ в сутки	с складов	9		7	14	13	10	16										
	из притоков	(с 2 по 10)		(с 3 по 9) (с 3 по 15)	(с 4 по 15)	(с 4 по 19)	(с 9 по 24)	3×3, 5×1										
Способ лесосплава	ЛИКЕТНО-КОМБЕДЕРНЫЙ																	
	ДИСТАНЦ. ПАТРУЛЬНЫЙ																	
Ежедневная потребность рабочих, чел.	на сароску	24; 16	8		20; 16	8; 12		12; 20										
	на проплав	17	15	12	9	8	8	7										

Рис. 4.6. График проведения первоначального лесосплава

6. Рассчитанную по формулам (4.5) и (4.8) лесопропускную способность для каждого участка заносят в соответствующую строку под графиком.

7. Устанавливаются и наносятся на график вертикальные линии продолжительности выпуска леса из притоков. Вычисляется для каждого притока суточная интенсивность выпуска и записывается в соответствующую строку под графиком.

8. Устанавливаются и наносятся на график вертикальные линии сроков сброски леса с каждого склада. Вычисляется суточная интенсивность сброски и записывается в соответствующую строку под графиком. При различной по времени интенсивности сброски суточный объем для каждого интервала сброски записывается на вертикальной линии в виде произведения суточного объема сброски на число суток сброски. При установлении сроков сброски необходимо учитывать следующее:

сроки сброски устанавливают, начиная с верхнего склада. Предельный срок окончания сброски со склада устанавливают так, чтобы лес доплыл до нижней границы участка не позднее указанных сроков стояния лесосплавных горизонтов;

интенсивность сброски назначается с учетом максимального использования лесопропускной способности реки, но для каждого участка общий объем сбрасываемого леса и поступающего с верхних участков и притоков не должен превышать суточную лесопропускную способность этого участка;

при назначении сроков и объемов сброски может быть предусмотрена переброска механизмов и рабочих с верхнего склада на нижерасположенный склад;

сменный объем сброски следует назначать кратным производительности механизмов.

9. По графику берется расчетная продолжительность сброски и по формулам (4.20; 4.21) подсчитывается суточная потребность механизмов и рабочих на сброске и заносится в соответствующую строку графика. В случае различной по времени интенсивности сброски леса со склада потребное количество рабочих и механизмов в сутки подсчитывается для каждой интенсивности и также заносится в соответствующую строку графика.

10. В соответствии с технологией работ и расчетом потребности механизмов и рабочих на молевом лесосплаве (см. п. 4.2) выбирается способ проведения лесосплава и рассчитываются длины дистанций и потребность рабочих на каждом участке.

11. С учетом сроков сброски и выпуска леса из притоков проводятся расчетные линии движения "головы" и "хвоста" молевого лесосплава на каждом участке, рассчитывается суточная потребность рабочих для каждой дистанции и записывается в соответствующую строку графика. Продолжительность лесосплава на каждом участке определяется от начала расчетного движения "головы" на верхней границе участка до расчетного окончания движения "хвоста" лесосплава на нижней границе участка.

12. По графику подсчитывается суммарная по всей реке ежедневная

потребность рабочих на сброску, проплав и заносится в соответствующие колонки графика.

13. Подсчитываются по графику объемы лесоматериалов, поступающих в запань рейда за каждую пятидневку, и по ним строится с правой стороны графика интегральная кривая поступления леса в запань.

4.4. УРОВЕНЬ МЕХАНИЗАЦИИ ТРУДА

Уровень механизации труда на сброске и проплаве леса определяется по формуле

$$Y_M = \frac{M_O P_M}{M_O P_M + P_O P_P} 100, \quad (4.33)$$

где Y_M — уровень механизации труда, %; M_O — количество механизированных операций; P_M — количество работающих на механизированных операциях; P_O — количество ручных операций; P_P — количество работающих на ручных операциях.

Возможный перечень некоторых операций:

на сброске леса на воду — набор пачки, ее перемещение до реки, расцепка (сброска) пачки, возврат за очередной пачкой, прокладка и крепление покатов, сброска отдельных бревен с берега на воду, перестановка и крепление блоков, лебедки, канатов;

на обслуживании бонов — шлаговка бонов, буксировка, установка и крепление их за опору, зарядка и очистка рей;

на проплаве леса и разборке кос — подача каната на косу, застропка отдельных бревен, вытаскивание их из косы, освобождение леса от стропов, сталкивание обсохших бревен с берега на воду, перемещение рабочих по реке, набор и вывод бревен из заводей, поимка и вытаскивание "голованов" из реки на берег и другие операции.

4.5. СВЯЗЬ И СИГНАЛИЗАЦИЯ

Для обеспечения прямых переговоров и передач сигналов между работниками, обслуживающими единый технологический процесс (сброску леса и первоначальный лесосплав) проектируется технологическая связь на основе проводной или радиотелефонной связи.

Оперативная связь руководителей цехов и участков с подчиненными участками и бригадами осуществляется через внутриобъектовую связь в виде телефонных и коммутаторных установок без выхода на сеть АТС предприятия.

Для связи начальника и мастера с бригадами и катерами в обособленных случаях применяются УКВ-радиостанции Кама-Р, Р-619, а также носимые радиостанции типа Невка или РСД-70-ЧМ. Береговые пункты оснащаются радиостанциями Кама П (РП), Лен, Гранит. Для передачи указаний стоящим у причала судам используются громкоговорители.

Наряду с перечисленным применяется электрическая пожарная сигнализация, которая проектируется в соответствии с требованиями СНиП "Инструкции по проектированию установок пожарной сигнализации".

4.6. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА

Требования безопасности при механизированной сброске леса

1. Требования безопасности перед началом работ. Перед началом работ мастер проводит со всеми рабочими инструктаж на рабочем месте по безопасным приемам труда; каждый рабочий приводит в порядок одежду, защитные и спасательные средства, проверяет исправность механизмов, инструментов, приспособлений и предупредительных знаков.

Подготавливают подштабельные и межштабельные места, проезды, проходы, береговые откосы, а территорию работ ограждают знаками "Проход и проезд запрещен — сброска леса!". Ниже и выше зоны сброски леса лебедками и кранами устанавливаются знаки "Осторожно, сброска!".

При подготовке к работе лебедок проверяется их исправность, надежность крепления, исправность канатов, стропных комплектов, осветительных приборов, тормозных колодок, защитных решеток и заземления.

При подготовке к работе кранов проверяют их исправность, исправность подкранового пути, ходовой части, концевых упоров, заземления, сигнализации, осветительных приборов, тормозов и поворотных механизмов.

При подготовке к работе сплотно-транспортных агрегатов проверяют исправность систем управления, сигнализации, освещения, тормозной системы, навесного оборудования, ходовой части, замков и дверей кабины. К работе на механизмах допускаются специалисты, имеющие удостоверение на право управления данным механизмом. Закрепление механизма за определенным лицом оформляется приказом по цеху или участку.

2. Требования безопасности при сброске леса лебедками. Сброску леса производят поочередно, сначала на четных, а затем на нечетных штабелях. Сброска запрещается, если рабочие находятся между штабелями и на бровке берега в рабочей зоне либо на территории ближе 50 м от места

падения пачки в воду. Лебедчик включает и выключает лебедку только по сигналу сигнальщика, следит за расположением грузового каната строго по продольной оси штабеля и за плавным перемещением пачки.

Стропальщики поднимаются на штабель и спускаются с него по приставным лестницам. Застропку пачки производят стропными самораскрывающимися комплектами при ослабленном грузовом канате на одинаковом расстоянии от торцов. После зацепки пачки стропальщики спускаются со штабеля и отходят от него не менее чем на 15 м.

Сигнальщик, убедившись, что стропальщики находятся в безопасном месте, дает сигнал лебедчику на стаскивание пачки. По сигналу "Стоп!" лебедчик немедленно выключает лебедку. Во время работы лебедки нельзя переходить канат, находиться впереди или сбоку перемещаемой пачки на расстоянии менее 10 м, транспортировать пачку по неисправному лежневому пути, нельзя регулировать или ремонтировать канатно-блочную систему и отходить от рычагов управления лебедки.

3. Требования безопасности при сброске леса кранами. Кран включают в работу только после опробования всех механизмов на холостом ходу и проверки исправности действия приборов безопасности.

Механизмы крана, грейфер и поворотное устройство необходимо включать плавно. Набор пачки путем внедрения челюстей грейфера в штабель производят при ослабленном канате. В случае выскакивания бревен при подъеме пачки грейфер опускают на штабель и повторяется набор пачки.

В горизонтальном направлении пачку перемещают на высоте не менее 1 м над штабелем. При опускании пачки в гравитационный лоток ее располагают вдоль оси лотка и после касания одним концом пачки дна лотка открывают челюсти грейфера.

В случае обнаружения неисправностей механизмов крана, приборов безопасности или электрической аппаратуры работа крана немедленно прекращается.

Устранение неисправностей может производиться лишь после отключения рубильника. При невозможности устранить неисправность сообщается об этом мастеру и записывается в журнал приема и сдачи смены.

4. Требования безопасности при сброске леса транспортными агрегатами. При работе агрегатов не допускается нахождение в кабине посторонних лиц. При работе на сброске леса двух агрегатов между ними должен соблюдаться интервал не менее 50 м. Регулировать агрегат и технологическое оборудование можно лишь при остановленном двигателе.

При работе агрегата машинист не должен высовывать голову из кабины, открывать дверь кабины, покидать кабину агрегата, курить при заправке гидросистемы, работать в промасленной одежде. Сброска леса агрегатами производится из плотных штабелей высотой не

более 5 м и из штабелей, затопленных водой не выше 0,7 м. Машинист при этом должен быть в жилете для сплавщиков.

5. Требования безопасности по окончании работ. Окончив работу, рабочие собирают инструмент и приспособления и укладывают в специальное место. Канатно-блочную систему, пересекающую сухопутные и водные пути, приводят в состояние, обеспечивающее безопасное движение транспорта и рабочих. Лебедчик останавливает лебедку и очищает ее от грязи. Крановщик ставит кран на место его стоянки, стрелу устанавливает вдоль подкранового пути и опускает грейфер, выключает рубильник панели, устанавливает штурвалы в нулевое положение, убирает кабину и закрывает ее на замок, закрепляет кран противоугонными захватами и выключает головной рубильник.

Обнаруженные неполадки записывает в журнал и докладывает о них мастеру или механику.

Требования безопасности при молевом лесосплаве

1. Требования безопасности перед началом работ. Перед началом работ мастер проводит инструктаж на рабочем месте со всеми рабочими. Приводятся в порядок одежда, обувь, спасательные средства, проверяется исправность инструмента и оборудования. Экипаж лесосплавного судна проверяет исправность судовых устройств, судового и технологического оборудования (рулевое, швартовочное, якорное, грузовое водоотливное, тормозные устройства, лебедки, толкатель, стропные комплекты, канаты), а также наличие и исправность сигнальных устройств, спасательных и противопожарных средств, леерного ограждения и трапов.

Осматривается корпус судна и визуально определяется его водонепроницаемость. Командный состав судов должен иметь дипломы и опыт практического обслуживания судов. Эксплуатация судов должна производиться в полном соответствии с инструкцией и утвержденным технологическим процессом.

Перед началом освоения обсохшей древесины подготавливаются рабочие места и подходы к ним на путях перемещения обсохших бревен.

2. Требования безопасности во время работы. При выполнении работ на молевом лесосплаве все рабочие должны быть одеты в спасательные жилеты. Все работы следует выполнять в полном соответствии с разработанной технологией. Постановка, перестановка бонов и зарядка рей производятся группой рабочих. При перезарядке рей рабочий должен стоять на боне лицом к рее. Стоять на рее запрещается.

При выполнении работ с использованием патрульного судна запрещено стоять на палубе, швартоваться за леерное ограждение и за ненадежные опоры, а при скорости течения более 1,5 м/с — ставить судно

поперек течения. Сходить с судна и заходить на него можно только по трапам с поручнями и только после полной остановки судна.

Работы по разборке кос выполняются под руководством мастера и в полном соответствии с разработанной технологией. При разборке косы нельзя подходить к ней на судне сверху и с большой скоростью. К косе надо подходить со скоростью, не превышающей 3 км/ч. При разборке кос лебедкой чокеровщики должны быть в рукавицах и находиться не ближе 10 м от грузового каната. При этом должна соблюдаться взаимная сигнализация лебедчика с чокеровщиком. Работы по разборке кос выполняются только исправной лебедкой с исправными тормозами, самораскрывающимися комплектами и канатом.

Сброска обсохшего леса с пологого берега начинается от уреза воды, а с крутых берегов — сверху. При этом нельзя отталкивать бревна, стоя к ним спиной.

3. Требования безопасности по окончании работ. Окончив работу, следует произвести уборку судна, а также сложить инструменты и приспособления. Плавсредства закрепляют в отведенных для стоянки местах, кабину судна закрывают на замок. Об обнаруженных неисправностях докладывают мастеру.

4.7. ПРИРОДООХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЛЕСОСПЛАВА

При проведении работ по сброске леса и его проплаве необходимо строго соблюдать меры и требования ГОСТ 17.1.3.01—76 "Охрана природы..." и "Правил подготовки и приемки древесины для лесосплава" (1986 г.), согласованные с работниками Минрыбхоза и Минводхоза СССР. Эти меры направлены на предотвращение засорения водных объектов, влияния на гидрохимический режим воды экстрагируемых из древесины веществ, а также на защиту от повреждений нерестилищ, берегов и русел рек.

Для уменьшения потерь леса при молевом сплаве или их полной ликвидации целесообразно применять передовую технологию работ: работы выполнять в сжатые сроки, а всю древесину ограниченной плавучести подготавливать в соответствии с требованиями "Правил". Так, хвойные тонкомерные сортименты недостаточной плавучести до допуска в сплав пролышивают и просушивают в штабелях. Сортименты лиственных пород пускают в сплав только после транспирационной или атмосферной сушки и последующей гидроизоляции торцов бревен безвредными для водных объектов составами. Лиственница до сплава просушивается методом транспирационной сушки на корню или атмосферной сушки в штабелях после пятнистой окорки.

С целью предотвращения разноса древесины и безостановочного ее продвижения опасные места на реках выгораживаются лесонаправляю-

щими и лесоограждающими сооружениями. Объем сброски и сплава не должен превышать расчетную лесопропускную способность реки. В случае утопа древесины лесосплавные пути должны ежегодно очищаться в полном объеме от утонувшей древесины в текущую навигацию. Кроме того, необходимо осуществлять постепенный подъем топляка прошлых лет.

Концентрации экстрагируемых веществ в местах проведения лесосплава не должны превышать предельно допустимых норм, а количество растворенного в воде кислорода даже в местах скопления древесины не должно быть ниже допустимых норм.

Во избежание повреждения нерестилищ их ограждают наплавными сооружениями, а наклонно плывущие бревна своевременно выгружают на берег. Кроме того, запрещается устраивать склады в местах, примыкающих к нерестилищам.

Для сохранения берегов от разрушения при сброске древесины их оборудуют бревноспусками. После окончания лесосплава берега рекультивируются, реки очищаются от оставшегося топляка и сдаются соответствующим органам.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение лесопропускной способности реки при молевом и плотном лесосплаве.
2. Последовательность расчета суточной и сезонной лесопропускной способности реки.
3. Что такое дефицит лесопропускной способности реки? Перечислите пути его устранения.
4. Сколько дистанций образуют мастерский участок?
5. Порядок определения скорости буксировки плотов.
6. Каким должен быть минимальный интервал во времени между буксируемыми плотами?
7. Основные требования, обеспечивающие безопасность труда на проплаве леса.
8. Основные меры, предотвращающие повреждение берегов и нерестилищ при сброске и проплаве леса.

5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ЛЕСОСПЛАВНОГО РЕЙДА

5.1. РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АКВАТОРИИ РЕЙДА

Основные гидрологические и гидравлические характеристики лесосплавного рейда рассчитываются с целью установления длины лесохранилища, обоснования типа и конструкции запани и ее прочностного расчета, технологических расчетов рейда и расчетов креплений наплав-

ных сооружений рейда, определения необходимости применения ускорителей продвижения древесины или гасителей скорости движения лесоматериалов на рейде.

Расчет среднемесячных и среднегодовых расходов воды

Для проектирования рейда и технологии его работы необходимо знать скорость течения воды, глубину и ширину реки на акватории рейда в различные периоды навигации. Значения перечисленных характеристик можно получить лишь после установления среднегодовых и среднемесячных расходов воды в многолетнем ряду за период работы рейда. Для определения длины лесохранилища с навигационным объемом переработки более 0,3 млн. м³ леса необходимо знать среднегодовые и среднемесячные расходы воды за период работы лесохранилища по стоку 50 %-ной обеспеченности, а при объеме переработки менее 0,3 млн. м³ — расходы 30 %-ной обеспеченности.

Оценка необходимости установки ускорителей продвижения леса или гасителей скоростей течения, технологические расчеты рейда и расчет потребности рабочих производятся по среднемесячным и среднегодовым расходам воды за период работы рейда для года по водности 50 %-ной обеспеченности, а определение минимальной глубины акватории рейда — по среднему расходу воды за период работы рейда для года по водности 90 %-ной обеспеченности.

Расходы воды рассчитывают следующим образом. По данным расходов воды за ряд лет вычисляют среднемноголетний расход за период работы рейда.

$$Q_o = \Sigma Q_{\text{год}} / n, \quad (5.1)$$

где $\Sigma Q_{\text{год}}$ — сумма годовых расходов воды; n — число лет наблюдений.

По полученному Q_o рассчитывается расход воды $Q_{p\%}$ для годов 30, 50 и 90 %-ной обеспеченности

$$Q_{p\%} = K_{p\%} Q_o, \quad (5.2)$$

где $K_{p\%}$ — модульный коэффициент стока для года искомого процента обеспеченности.

Для расчета модульного коэффициента стока искомого процента обеспеченности $K_{p\%}$, при наличии данных наблюдений за стоком не менее чем за 10 лет коэффициент вариации C_v годового стока определяют по формуле

$$C_v = \sqrt{\Sigma (K_i - 1)^2 / (n - 1)}, \quad (5.3)$$

где K_i — модульный коэффициент стока, определяемый для каждого года по формуле

$$K_i = Q_i / Q_0, \quad (5.4)$$

где Q_i — расход воды за определенный год.

Коэффициент асимметрии C_S определяют по зависимости

$$C_S = 2C_V. \quad (5.5)$$

Для найденного значения C_S из таблицы 5.1 берут отклонения ординат $\Phi_{p\%}$ кривой обеспеченности модульных коэффициентов от середины

Таблица 5.1

Коэффициент асимметрии C_S	Параметр $\Phi_{p\%}$ при обеспеченности $P, \%$						
	1,0	2,0	5	10	30	50	90
0,0	2,33	2,10	1,64	1,28	0,52	0,00	-1,28
0,4	2,62	2,31	1,74	1,32	0,48	-0,06	-1,22
0,8	2,90	2,50	1,83	1,34	0,42	-0,13	-1,16
1,2	3,15	2,70	1,90	1,34	0,35	-0,19	-1,08
1,6	3,40	2,88	1,96	1,33	0,28	-0,25	-1,00
2,0	3,60	3,03	2,00	1,30	0,20	-0,30	-0,90
2,4	3,78	3,13	2,01	1,25	0,13	-0,35	-0,97
3,0	4,02	3,27	2,02	1,18	0,03	-0,40	-0,65

ны при $C_V = 1$ для годов 30, 50 и 90 %-ной обеспеченности, затем для них вычисляют модульные коэффициенты по формуле

$$K_{p\%} = \Phi_{p\%} C_V + 1. \quad (5.6)$$

Форма 5.1

Показатели	Значения показателей в зависимости от года обеспеченностью $P, \%$		
	30	50	90

$$C_V$$

$$C_S$$

$$\Phi_{p\%}$$

$$K_{p\%} = \Phi_{p\%} C_V + 1$$

$$Q_{p\%} = K_{p\%} Q_0$$

Среднемесячные расходы воды для расчетных процентов обеспеченности вычисляют как произведение среднегодового расхода воды соответствующей обеспеченности на месячный модульный коэффициент, взятый для соответствующего месяца из [1].

Результаты расчетов сводят в форму 5.1.

Расчет максимальных расходов воды

Прочностные расчеты запани и рейдовых сооружений производятся по максимальным расходам воды согласно инструкции [5] для лет по водности установленного процента обеспеченности. В соответствии с этой инструкцией и табл. 1.5 за расчетную обеспеченность максимальных расходов воды в многолетнем ряду за период работы сооружений принимаются: обеспеченность 2 % — для расчета коренных и промежуточных запаней, расположенных на судоходных реках и в устьях притоков судоходных рек либо вблизи мостов и ГЭС, и также запани с объемом максимального переходящего остатка леса 200 тыс. м³ и более; обеспеченность 5 % — для расчета коренных и промежуточных запаней с объемом максимального переходящего остатка менее 200 тыс. м³ и креплений рейдовых устройств с объемом переработки более 1 млн. м³ в навигацию; обеспеченность 10 % — для расчета вспомогательных запаней и креплений рейдовых сооружений с навигационным объемом переработки менее 1 млн. м³ леса.

Расчет производится в порядке, аналогичном расчету среднемесячных расходов воды. Определяют среднеегодечный максимальный расход воды $Q_{с\ max}$, также коэффициенты вариации и асимметрии максимальных расходов. Отклонения ординат кривой обеспеченности от ее середины для искомого процента обеспеченности $\Phi_{p\%}$ берутся по табл. 5.1. Определяются модульные коэффициенты и максимальные расходы воды для годов 2; 5 и 10 %-ной обеспеченности по водности.

Результаты расчетов заносятся в форму 5.1, в которую вместо среднегодовых расходов воды 30, 50, 90 %-ной обеспеченности заносят максимальные расходы воды для годов 2; 5 и 10 %-ной обеспеченности по водности.

Установление гидравлических характеристик расчетного створа

Прочностные расчеты запани и рейдовых сооружений, а также технологические расчеты рейда выполняются с использованием следующих основных гидравлических характеристик потока: площади живого сечения расчетного створа; расхода воды; средних глубины, ширины и скорости течения для различных уровней.

С целью получения перечисленных характеристик строят на совмещен-

ном графике поперечный профиль створа, а также кривые изменения площади живого сечения с изменением уровня воды $\omega = f(z)$, расходов воды $Q = f(z)$, средних глубин $h = f(z)$ и средних скоростей течения $v = f(z)$.

5.2. РАСЧЕТ ЗАПАНЕЙ

Исходные величины скоростей течения, глубин и ширин для расчета элементов запаней определяют в соответствии с расчетной обеспеченностью максимальных расходов за период их работы, принимаемой по табл. 1.5, и рассчитанными в п. 5.1 величинами в зависимости от класса капитальности и категории сооружений.

Обоснование типа и конструкции запани

Запани применяют для задержания и хранения леса, сплавляемого моём или в пучках. Классифицируют их следующим образом.

По назначению:

коренные — устанавливаемые в конечных пунктах первоначального лесосплава для задержания и хранения леса, подлежащего сортировке, плотке и выгрузке на берег или погрузке в суда;

промежуточные — сооружаемые на лесосплавных путях для задержания и временного хранения сплавляемого леса с последующим перепуском в коренные запани;

вспомогательные — сооружаемые обычно перед сортировочными устройствами для создания более разреженного пыжа.

По степени перекрытия реки:

поперечные — перекрывающие всю ширину реки и обеспечивающие часть живого сечения для прохода рыб;

продольные — располагающиеся у одного из берегов и перекрывающие только часть реки по ширине и обеспечивающие проход судов и плотов.

По конструктивным особенностям:

лежневые — устанавливаемые при скоростях течения до 1,25 м/с;

лежнево-сетчатые — устанавливаемые при скоростях течения более 1,25 м/с.

По сроку службы:

постоянные и временные.

Поперечные запани, кроме того, различают по способу установки к направлению потока:

нормальные — располагаемые перпендикулярно потоку; наклонные — под углом к потоку; шатровые — с русловой опорой и разделением потока.

Место под запань выбирают в соответствии с инструкцией по проек-

тированию, строительству и эксплуатации запаней. Поперечные запани лежневого типа применяют для устройства лесохранилищ на несудоходных и временно судоходных участках рек. Лежневые запани с расположением канатов лежня одной ветвью устанавливают на реках шириной до 250 м при скоростях течения не более 0,8 м/с и на реках шириной до 150 м при скоростях до 1,25 м/с. На реках шириной более 250 м независимо от скорости течения, а также на реках со скоростями течения более 1,25 м/с независимо от ширины русла следует применять лежнево-сетчатые запани, у которых канаты лежня разделяются на 2 ветви — верхнюю и нижнюю.

Запани с перпендикулярным к оси потока расположением имеют наиболее широкое распространение как наиболее простые в эксплуатации и экономичные по расходу такелаж.

Запани со створом, расположенным наклонно к оси потока, имеют стрелу провеса, обращенную выпуклостью к одному из берегов. В начале поступления леса в запань пыж формируется у того берега, к которому подходит нижний по течению конец запани, вызывая тем самым отклонение потока воды к противоположному берегу. Поэтому наклонные запани устанавливают, если один берег реки имеет легко размываемый, а второй — неразмываемый грунт.

Шатровая запань составляется из двух ветвей, верхние концы которых сближаются посредине реки, где крепятся к русловой опоре, а два других конца — к береговым опорам. При этом пыж формируется в первую очередь у берегов, защищая их от размыва за счет отклонения потока воды в центральную часть русла. Поэтому шатровые запани применяют, если оба берега легко размываемы.

Шатровые и наклонные запани целесообразно строить только в тех случаях, когда затраты на их строительство и эксплуатацию будут меньше, чем затраты на строительство и эксплуатацию обычных запаней с учетом берегоукрепительных мероприятий.

На реках с большими скоростями течения, при образовании в запанях пыжа толщиной 5 . . . 8 м целесообразно устанавливать в верхнем бьефе наплавные или стационарные пыжедержатели.

Основные конструктивные элементы поперечных запаней

К основным конструктивным элементам поперечных запаней относятся: лежень, плитки-поплавки, лесопропускные ворота и береговые опоры.

Лежень запани воспринимает давление пыжа и передает это давление на береговые опоры. Он состоит из нескольких стальных канатов диаметром 25 . . . 65 мм.

Плитки-поплавки служат для поддержания лежня на плаву и передачи

давления пьжа на лежень. Тип и конструкция плиток поплавков зависят от скорости течения и ширины реки и выбираются в соответствии с рекомендациями ЦНИИлесосплава и Гипролестранса. Для лежневых запаней с расположением канатов в одну ветвь при скоростях течения до 0,8 м/с и ширине реки до 100 м применяют однорядные плитки, а при скорости течения до 1,25 м/с и ширине реки до 200 м — двухрядные.

Для лежнево-сетчатых запаней с расположением лежня в две ветви при скоростях до 2 м/с и ширине реки до 200 м применяют двухрядные, а при скоростях до 2,75 м/с — трехрядные плитки.

Для лежнево-сетчатых запаней с длительным сроком эксплуатации целесообразно применять в качестве поплавков металлические понтоны.

Лесопропускные ворота поперечных запаней устраивают удалением нескольких плиток-поплавков и перекрытием образовавшегося пролета деревянными или металлическими мостиками.

Основные конструктивные элементы продольных запаней

Продольные запани (рис. 5.1) состоят из канатов-лежней, плиток-поплавков поперечной части запани, пятовой, промежуточной и головной опорных плиток, канатов-выносов, якорных опор, якорных канатов и береговых опор.

В зависимости от назначения запани и гидравлических характеристик потока продольные запани проектируют по одной из применяемых схем (рис. 5, а . . . з).

Коренные запани на выносах с отдорными креплениями (рис. 5.1, а) устанавливаются при скоростях течения до 1,75 м/с, при скоростях течения выше 1,75 м/с применяют продольные запани на русловых незатопляемых опорах с незасоренными выносами (рис. 5.1, з).

Для промежуточных запаней применяют конструкции на выносах, без отдорных креплений с наклонной пятовой частью (рис. 5.1, б), или на донных опорах (рис. 5.1, в). Эти запани применяют при скоростях течения до 1,5 м/с, ширине реки до 125 м и коэффициенте стеснения ширины реки запанью 0,3.

Конструкции наплавных элементов продольной части выбирают в зависимости от скорости течения. При v до 0,75 м/с применяют плитки однорядные 6-бревенные или пучки 7-бревенные; при v до 1,0 м/с — плитки однорядные 8-бревенные или пучки 10-бревенные; при v до 1,25 м/с — плитки однорядные 8-бревенные или сдвоенные 7-бревенные пучки; при v до 1,5 м/с — плитки однорядные 8-бревенные с козырьком или пучки 7-бревенные сдвоенные; при v до 2 м/с — плитки 9-бревенные с козырьком; при v до 3 м/с — плитки 9-бревенные двухрядные с противовесом.

Выбор типа запани производится на основании технико-экономических расчетов в соответствии с инструкцией по изысканиям, проектированию, строительству и эксплуатации запаней [8].

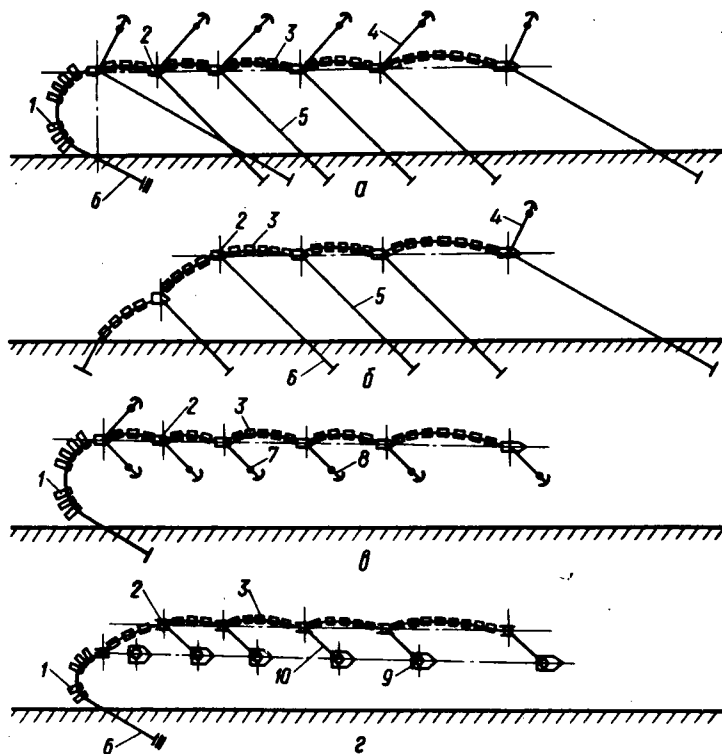


Рис. 5.1. Схемы и основные конструктивные элементы продольных запаней: а — запань на выносах с отдорными креплениями; б — запань на выносах без отдорных креплений; в — на донных опорах; г — на русловых незатопляемых опорах; 1 — поперечная часть продольной запани; 2 — наплавные опорные плитки; 3 — продольные звенья; 4 — отдорные крепления; 5 — засоренные выносы; 6 — береговые опоры; 7 — шеймы донных опор; 8 — донные опоры; 9 — русловые незатопляемые опоры; 10 — незасоренные выносы

Расчет длины пыжа в лесохранилище

Методика определения длины пыжа одинакова как для поперечных, так и для продольных запаней.

Длину пыжа L_n определяют по формуле

$$L_n = \frac{W}{b_3 t_c \eta}, \quad (5.7)$$

где W — расчетный объем леса, m^3 ; η — полнодревесность пыжа ($\eta = 0,3$); b_3 — средняя ширина лесохранилища, м; t_c — средняя толщина запанного пыжа, м, зависящая от средней бытовой скорости течения

v , средней бытовой глубины реки h (в зоне лесохранилища), от длины пыжа L_n и от коэффициента стеснения ψ ширины реки пыжом, $\psi = b_3/b$ (b — ширина реки).

Среднюю толщину запанного пыжа определяют по зависимости

$$t_c = t'_c \varphi,$$

где t'_c — средняя толщина запанного пыжа при длине пыжа 700 м.

Значения t'_c принимают по табл. 5.2. Поправочный коэффициент φ в зависимости от длины пыжа:

L_n , м	100	200	300	400	500	600	700	800	1000	2000
φ	1,20	1,14	1,00	1,06	1,04	1,02	1,0	0,98	0,96	0,92

По (5.7) длину лесохранилища рассчитывают в 2 приема. Сначала определяют приближенное значение длины пыжа подстановкой в формулу средней толщины его t'_c при значении $L_n = 700$ м. По полученному значению L_n находят поправочный коэффициент φ , затем подстановкой в (5.7) уточненной толщины $t_c = t'_c \varphi$ определяют истинное значение длины пыжа в лесохранилище.

Таблица 5.2

v , м/с	Средняя толщина, м, запанного пыжа при длине 700 м и коэффициенте стеснения русла реки ψ				
	0,2	0,3	0,4	0,5	1 (поперечная запань)
	$h = 3$ м				
0,25	0,28	0,28	0,28	0,28	—
0,50	0,60	0,63	0,65	0,65	0,65
1,0	1,05	1,15	1,25	1,35	1,40
1,5	1,26	1,50	1,75	1,80	1,85
2,0	1,34	1,85	2,10	2,35	2,40
	$h = 4$ м				
0,25	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
0,50	0,64	0,66	0,68	0,68	0,68
1,0	1,15	1,27	1,34	1,51	1,60
1,5	1,39	1,67	1,93	2,10	2,20
2,0	1,48	2,0	2,45	2,70	2,80
	$h = 5$ м				
0,25	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
0,50	0,66	0,68	0,70	0,70	0,70
1,0	1,27	1,40	1,54	1,67	1,80
1,50	1,54	1,85	2,14	2,40	2,60
2,0	1,63	2,20	2,80	3,27	3,30

Расчет поперечных запаней

Величину давления бревенного пыжа на запань определяют по формуле

$$P_d = \beta \beta' L_p b (\tau + \tau_b), \quad (5.8)$$

где β — коэффициент, учитывающий взаимодействие пыжа с берегами, зависящий от скорости течения v и отношения расчетной длины пыжа L_p к ширине реки b на участке перед запанью, принимают по табл. 5.3;

Таблица 5.3

$v, \text{ м/с}$	Коэффициент β при отношении длины пыжа к ширине реки L_p/b							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0,5	0,61	0,51	0,40	0,31	0,27	0,23	0,21	0,20
1,0	0,76	0,65	0,55	0,48	0,42	0,40	0,38	0,35
1,5	0,81	0,70	0,62	0,55	0,50	0,48	0,45	0,42
2,0	0,86	0,78	0,72	0,68	0,63	0,60	0,57	0,55

β' — коэффициент, учитывающий непризматичность и извилистость русла. Для призматического прямолинейного русла $\beta' = 1$; для призматического извилистого русла при расположении запани непосредственно за поворотом $\beta' = 0,8 \dots 0,9$; при русле, сужающемся в направлении течения, на участке протяженностью не менее одной четверти ширины реки значение β' принимают в зависимости от угла сужения α (при $\alpha = 5^\circ$ $\beta' = 0,9$, при $\alpha = 10^\circ$ $\beta' = 0,8$, при $\alpha = 20^\circ$ $\beta' = 0,65$). При этом извилистость русла не учитывают. На расширяющемся участке реки располагать запань не рекомендуется, так как в этом случае $\beta' > 1$; L_p — расчетная длина пыжа, м, принимаемая в зависимости от расчетной скорости течения v (при $v < 1,5 \text{ м/с}$ $L_p = 8b$, при $v \geq 1,5 \text{ м/с}$ $L_p = 6b$, при длине пыжа $L_p < L_p$ в расчет вводится его фактическая длина L_n); b — ширина реки в створе запани, м; τ — удельная сила влечения запанного пыжа потоком, Н/м^2 , осредненная по расчетной или фактической длине пыжа (определяется по табл. 5.4).

При $v \geq 1,75 \text{ м/с}$ $\tau = \tau_0 h$, где τ_0 — удельная сила влечения запанного пыжа потоком, отнесенная к $h = 1 \text{ м}$, принимается по табл. 5.5; τ_v — удельная активная сила действия ветра на 1 м^2 площади пыжа, Н/м^2 , $\tau_v = K_v v_v^2$ (v_v — расчетная скорость ветра, м/с , совпадающего с направлением течения реки, K_v — опытный коэффициент, зависящий от скорости ветра):

$v_v, \text{ м/с}$	8	12	16	18
K_v	0,020	0,015	0,010	0,009

При обычных поперечных запанях с перпендикулярным расположением створа запани расчетное натяжение в лежне при стреле прогиба запани $0,3b$ определяют по формуле

$$T = 0,57 P_d \quad (5.9)$$

Таблица 5.4

v , м/с	h , м	Удельная сила влечения запанного пыжа потоком, Н/м ² , при $v < 1,5$ м/с и длине пыжа, м					
		200	400	600	1000	1500	2500
0,5	Независимо от глубины	6	5	4	3	3	3
0,9	2,0	26	22	18	15	13	12
0,9	3,0	28	24	21	16	14	13
0,9	4,5 и больше	30	26	23	19	15	14
1,0	2,0	29	23	20	16	15	12
1,0	3,0	33	26	23	18	17	14
1,0	4,5	40	32	28	22	20	18
1,25	2,0	39	31	27	22	18	14
1,25	3,0	58	46	40	33	27	21
1,25	4,0	78	61	53	44	36	28
1,25	5,0	0,7	77	67	54	45	25
1,50	2,0	61	47	39	31	25	20
1,50	3,0	92	70	58	47	37	30
1,50	4,0	123	93	77	62	50	40
1,50	5,0	153	116	97	78	62	50
1,50	6,0	184	140	116	93	75	60

Таблица 5.5

v , м/с	Удельная сила влечения запанного пыжа потоком, Н/см ² , при $v \geq 1,75$ м/с и длине пыжа, м								
	100	200	400	600	800	1000	1500	2000	2500
1,75	57,5	50,0	39,0	32,6	27,8	23,3	20,0	16,0	15,5
2,00	79,5	69,5	54,0	46,0	40,0	36,3	26,2	21,2	20,0
2,25	106,0	92,6	72,2	60,6	51,0	45,5	35,3	29,5	24,2
2,50	132,0	115,0	88,8	13,2	64,4	59,7	44,3	36,3	29,7

Таблица 5.6

h , м	Подводная толщина пыжа, м, при скорости течения, м/с						
	0,5	0,75	1,00	1,25	1,5	2,0	2,5
4	0,5	0,90	1,5	2,0	2,6	3,4	4,2
6	0,5	0,90	1,70	2,5	3,2	4,2	5,1
8	0,5	0,90	0,90	3,0	3,8	5,0	6,0
10	0,5	0,90	2,10	3,5	4,4	5,8	6,9

При расположении лежня в две ветви натяжение верхней ветви составляет около 70 %, а натяжение нижней ветви около 30 % общего усилия T . Расчетное натяжение в подвесках определяют по формуле

$$T_{нд} = 0,21 \frac{P_d}{b} / n, \quad (5.10)$$

где l_n — расстояние между подвесками, принимаемое равным ширине лобовой части наплавных плиток. Подвески устанавливают между плитками.

Длину подвесок определяют по формуле

$$S_n = 1,57 t_n, \quad (5.11)$$

где t_n — подводная толщина пыжа у поперечной запани, м, определяют по табл. 5.6.

Коэффициент запаса прочности при определении количества канатов принимают равным 3.

Расчет продольных запаней

Порядок расчета сил, действующих на продольную запань от бревенного пыжа, зависит от величины скорости течения и конструкции запани. При скоростях течения до 1,75 м/с применяют запани на выносах, при скоростях течения более 1,75 м/с запани устанавливают на гравитационных русловых незатопляемых опорах.

1. Расчет продольной запани при скоростях течения до 1,75 м/с. Давление пыжа на поперечную часть продольной запани определяют по формуле

$$P_d = \beta b_3 L_p (\tau + \tau_v), \quad (5.12)$$

где β — коэффициент, учитывающий взаимодействие пыжа с берегом и продольной частью запани. Значения коэффициента β в зависимости от скорости течения:

$v, \text{ м/с}$	0,5	1,0	1,25	1,5	1,75
β	0,2	0,35	0,38	0,42	0,49

L_p — расчетная длина пыжа, принимается равной $8b_3$ при любых длинах пыжа; τ — удельная сила влечения пыжа потоком, Н/м^2 , является функцией глубины h , расчетной длины пыжа L_p , отношения ширины запани к ширине реки $\psi = b_3/b$ и определяется по формуле

$$\tau = \tau' \eta_1 \eta_2, \quad (5.13)$$

Таблица 5.7

$v, \text{ м/с}$	Удельная сила влечения пыжа потоком $\tau, \text{ Н/м}^2$, при $\psi = 0,5$ и длине пыжа, м						
	100	200	400	600	800	1000	1200
0,50	5,9	4,9	3,6	3,3	3,2	3,2	3,1
0,75	9,5	7,2	5,2	4,7	4,5	4,4	4,4
1,00	20,0	16,2	12,3	10,9	10,3	10,1	10,0
1,25	35,0	31,0	22,0	20,0	18,5	17,5	16,5
1,50	60,0	50,0	38,0	36,0	33,0	30,0	28,0
1,75	130,0	85,0	61,0	55,0	54,0	49,0	47,0
2,00	220,0	130,0	95,0	82,0	77,0	73,0	72,0

где τ' — удельная сила влечения пыжа потоком, Н/м^2 (при $\psi = 0,5$ принимают по табл. 5.7); η_1 — коэффициент, учитывающий значение ψ , если оно отличается от 0,5, при $v < 0,75 \text{ м/с}$ $\eta_1 = 1$, при $v > 0,75 \text{ м/с}$ значения η_1 следующие:

ψ	0,2	0,25	0,30	0,40	0,5	0,6	0,70	0,8
η_1	0,52	0,60	0,69	0,85	1,0	1,18	1,31	1,6

η_2 — коэффициент, учитывающий влияние глубины, принимают его по табл. 5.8.

Таблица 5.8

$v, \text{ м/с}$	Коэффициент η_2 при глубине реки, м				
	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
1,00	0,80	0,87	0,92	1,00	1,05
1,25 и больше	0,65	0,78	0,88	1,00	1,12

Удельное давление пыжа от воздействия потока на продольную часть запани ρ_n подсчитывают для трех поперечных сечений пыжа, удаленных от створа поперечной части запани на расстояние 50, 100 и 200 м, по формуле

$$\rho_n = \eta \rho'_n \quad (5.14)$$

где ρ'_n — удельное давление пыжа на продольную часть запани, кН , на 1 м длины продольной части, при ширине лесохранилища $b_3 = 50 \text{ м}$ и степени стеснения $\psi = 0,5$ (определяют по табл. 5.9); η — коэффициент, учитывающий фактическую ширину лесохранилища b_3 и фактическую степень стеснения ψ , определяют по графику (рис. 5.2).

$v, \text{ м/с}$	$h, \text{ м}$	Удельное давление ρ'_n при $b_3 = 50$; $\psi = 0,5$ и расположении расчетного створа от поперечной части запани, м		
		50	100	200
0,5	3	0,25	0,10	0,05
	4	0,30	0,15	0,10
	5	0,40	0,20	0,15
1,0	3	0,45	0,30	0,20
	4	0,60	0,50	0,30
1,5	5	0,80	0,65	0,50
	3	0,80	0,70	0,30
	4	1,25	1,00	0,60
	5	1,60	1,25	0,80

Суммарное давление пыжа на продольную часть от воздействия потока и ветра:

$$\rho = \rho_n + \rho_v, \quad (5.15)$$

где ρ_v — удельное давление пыжа от воздействия ветра (определяют по графику, представленному на рис. 5.3).

Суммарное давление пыжа на продольную часть запани воспринимается канатами гибких продольных звеньев. Натяжение концов звена T_B и T_H определяют по формулам

$$T_B = 1,21pl; \quad (5.16)$$

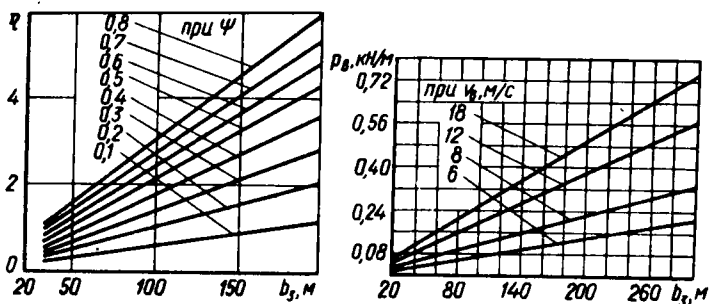


Рис. 5.2. График для определения коэффициента $\eta = f(b_3, \psi)$

Рис. 5.3. График для определения удельного давления от ветра $\rho_v = f(v, b_3)$

$$T_{\text{н}} = 0,62pl . \quad (5.17)$$

Значения усилий, получаемых по (5.16) и (5.17), соответствуют принимаемому при проектировании отношению стрелы прогиба f к длине звена l , равному 0,08.

При этом углы α и γ (рис. 5.4) равны соответственно 13 и 29°. Длину первого звена l_1 принимают равной 50 м. Длину звеньев на втором и третьем участке определяют из соотношений

$$l_2 = \rho_1 l_1 / \rho_2; \quad l_3 = \rho_2 l_2 / \rho_3,$$

где ρ_1, ρ_2, ρ_3 — удельное давление пыжа на звеньях; l_1, l_2, l_3 — длина звеньев.

Все остальные звенья делают длиной равной l_3 . Пятовое отдорное крепление воспринимает нагрузку от натяжения лежня поперечной части за вычетом усилия в нижнем конце первого звена.

Промежуточные выноса рассчитывают по формуле

$$T_{\text{вын}} = \rho l , \quad (5.18)$$

где ρ и l — суммарное удельное давление пыжа и длина звена, расположенного ниже данного выноса.

Усилие в головном выносе, располагаемом под углом 25°, рассчитывают по формуле

$$T_{\text{в.г}} = T_{\text{в}} / \cos (25^\circ - 13^\circ) . \quad (5.19)$$

Отдорные крепления рассчитывают по формуле

$$T_{\text{отд}} = \rho l \phi . \quad (5.20)$$

Коэффициент ϕ принимают по графику (рис. 5.5) в зависимости от отношения длины звена l к ширине запани b_3 .

2. Расчет продольной запани на стационарных незатопляемых русловых опорах при скоростях течения более 1,75 м/с. Продольная запань для больших скоростей течения отличается более надежной работой в связи с применением коротких (длиной 30 м) незасоренных выносов, обеспечивающих вертикальную подвижность наплавной части при изменении уровней воды.

Давление пыжа на поперечную часть запани определяют по формуле

$$P_{\text{д}} = b_{\text{п}} K K_1 v_3 Q , \quad (5.21)$$

где $b_{\text{п}}$ — ширина поперечной части запани, м ($b_{\text{п}} = b_3 - 20$ м, здесь b_3 —

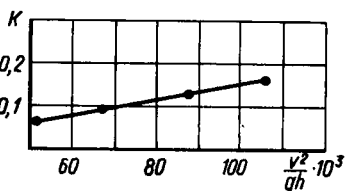
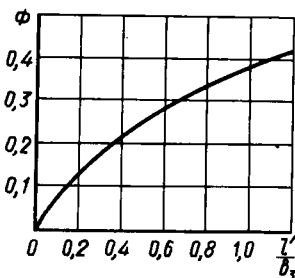
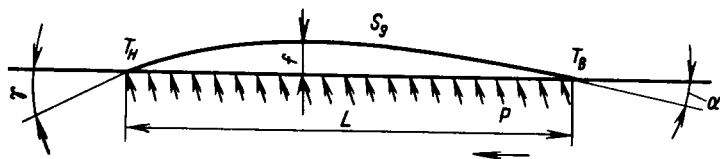


Рис. 5.4. Расчетная схема гибкого звена продольной запаны

Рис. 5.5. График для определения коэффициента $\phi = f(l/b_3)$

Рис. 5.6. График для определения коэффициента $K = f(v^2/gh)$

расчетная ширина лесохранилища); K — коэффициент, зависящий от параметра кинетичности потока Π_{κ} , определяемый по формуле $\Pi_{\kappa} = v^2/gh$ (здесь v^2 — средняя скорость течения потока, м/с, h — средняя глубина реки, м, g — ускорение силы тяжести, м/с²), значение K определяют по графику (рис. 5.6); K_1 — коэффициент, зависящий от степени стеснения потока лесохранилищем ψ , определяют по формуле $K_1 = 0,05 + 0,4 \psi$; v_3 — средняя скорость течения по ширине лесохранилища, м/с; Q — общий расход воды в реке, м³/с.

Натяжение лежня в поперечной части, усилия в подвесках и их длину определяют по (5.9), (5.10) и (5.11).

Удельное давление на 1 м длины продольной части в любом расчетном створе определяют по формуле

$$p = K_0 K_1 v_3 Q, \quad (5.22)$$

где K_0 — коэффициент, зависящий от параметра кинетичности потока Π_{κ} , относительного расстояния расчетного створа L от поперечной части запаны и величины b_3 , определяется по графику (рис. 5.7); K_1 , v_3 и Q те же, что и в (5.21).

Натяжение верхнего и нижнего концов звена продольной части определяют по формулам

$$T_B = m_B p l; \quad (5.23)$$

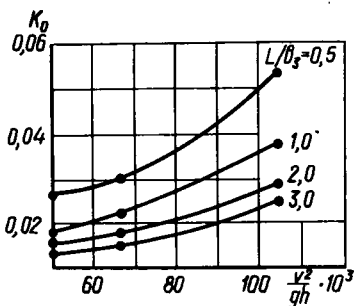


Рис. 5.7. График для определения коэффициента $K_0 = f(v_3^2 / gh, L/b_3)$

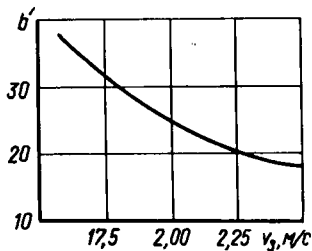


Рис. 5.8. График для определения коэффициента $b' = f(v_3)$

$$T_H = m_H \rho l. \quad (5.24)$$

Коэффициенты m_B и m_H определяют по табл. 5.10.

Таблица 5.10

Звено	$f //$	$S_3 //$	m_B	m_H	α°	γ°
Первое (нижнее)	0,17	1,085	1,40	1,18	12	35
Все остальные	0,08	1,016	2,80	2,64	9	13

Натяжение выносов от опорных наплавных плиток к русловым опорам определяют по формуле

$$T_{\text{вын}} = 0,7T_B. \quad (5.25)$$

Расчет русловых опор запани производится по величине равнодействующей двух сил: натяжения выноса и непосредственного давления пыжа на опору.

Усилие в лежне поперечной части запани направлено под углом 10° к оси потока, усилие в выносе под углом 40° . Давление пыжа на русловые опоры направлено под углом 40° .

Давление пыжа на любую русловую опору определяют по формуле

$$P_p = P_A b' / b_r. \quad (5.26)$$

Коэффициент b' определяют по графику (рис. 5.8) в зависимости от скорости течения v_3 .

Для расчета поперечных запаней, устанавливаемых в протоках, продольных запаней с пойменным водосбросом, запаней для приема пучков леса со льдом и других следует пользоваться [8].

5.3. ОБОСНОВАНИЕ ТИПА И ОСНОВНЫЕ РАСЧЕТЫ РЕЙДА

Обоснование типа рейда

Лесосплавной рейд — это предприятие, выполняющее основные (сортировочные, сплотовые, погрузочные и др.) работы на акватории реки, озера, водохранилища и имеющие вспомогательные объекты на берегу.

По месту расположения рейда в транспортно-технологической схеме транспорта леса от пункта отправления до пункта назначения различают рейды: отправления, путевые и приплава.

Функции лесосплавных рейдов отправления и приплава определяются видом водного транспорта леса: молевого, плотового, в судах или сплотовых единицах.

Путевые лесосплавные рейды делятся на сортировочно-сплотово-формировочные, формировочные, переформировочные и погрузочные. Наиболее распространенными по грузообороту и сложными по технологическому процессу являются сортировочно-сплотово-формировочные рейды. Для выполнения комплекса работ сортировочно-сплотово-формировочный рейд должен иметь: лесохранилище, образованное одной или несколькими запанями; сортировочный участок; сплотовый участок и участок для сортировки пучков и формирования плотов. Кроме того, на рейдах могут быть участки по обработке некондиционной древесины, выгрузке леса на берег и погрузке леса на суда.

Обоснование типа и конструкции элементов сортировочных устройств

Для сортировки леса на воде применяют три типа сортировочных устройств: коридорное, веерное и комбинированное (рис. 5.9).

Наиболее широко применяются коридорные сортировочные устройства (рис. 5.9, а), которые в зависимости от числа групп сортировки и размеров акватории делают односторонними или двусторонними. Коридорные сортировочные устройства состоят из главного сортировочного коридора, боковых сортировочных работ, сортировочных дворики и коллекторного коридора. При необходимости возможно устройство двух главных сортировочных коридоров, примыкающих к двум воротам запани.

Основным преимуществом коридорных сортировочных устройств является их высокая пропускная способность при значительной дробности сортировки. Недостаток этих устройств — необходимость размещения рабочих сортировщиков на каждом воротах независимо от количества леса, поступающего во дворик.

Сортировочные устройства веерного типа (рис. 5.9, б) состоят из одного примыкающего к воротам запани сортировочного узла, оборудо-

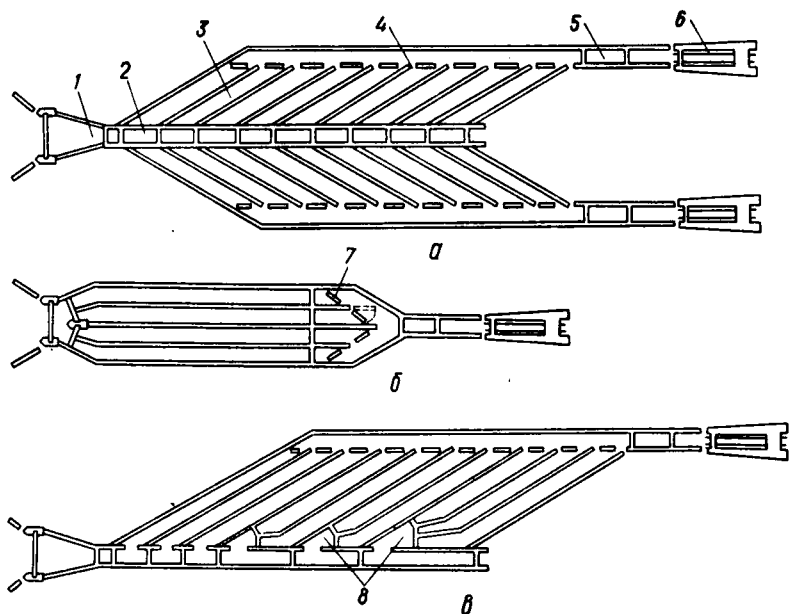


Рис. 5.9. Типы сортировочных устройств:

а – коридорное; *б* – веерное; *в* – комбинированное; 1 – приемная воронка; 2 – главный сортировочный коридор; 3 – сортировочный дворик; 4 – коллекторный коридор; 5 – подводящий коридор; 6 – плоточная машина; 7 – поворотная ширма; 8 – веерный сортировочный узел на два и три дворика

ванного бонами и мостиками, с радиально отходящими от него сортировочными двориками. Количество двориков, примыкающих к одному узлу, может быть от двух до семи.

Сортировочные устройства веерного типа применяются редко и лишь при небольших объемах (до 1000 м³) сортировки в смену, а также при набивке кошелей в озерных условиях. Основной недостаток таких устройств – малая пропускная способность.

Сортировочное устройство комбинированного типа (рис. 5.9, *в*) сочетает принципы работы коридорного и веерного. В результате применения этого устройства сортировщик в боковые ворота отбирает не одну, а две-три группы бревен. Для этого за боковыми воротами устраивают веерный узел на два-три дворика, в который сортировщик направляет соответствующие группы бревен. Применение комбинированных сортировочных устройств при большой дробности сортировки и неравномерности распределения леса по группам повышает производительность труда сортировщиков по сравнению с коридорным типом.

Главный сортировочный коридор изготавливают из бонов 6-бревен-

ных по ширине и 3-брусенных по высоте. В бонах, примыкающих к боковым сортировочным дворикам, делают боковые ворота шириной 6 м. На концевых частях верхнего ряда бона главного сортировочного коридора устраивают городки или стойки, на которые опираются продольные или поперечные мостики. Главные сортировочные коридоры могут образовываться и из металлических понтонов трех типов — цилиндрических, прямоугольных и понтонов-катков.

Сортировочные дворики оборудуют 4 . . . 5-брусенными бонами, соединенными над водой распорками из брусьев. При скорости течения воды менее 1 м/с применяют однорядные разделительные боны, а при скорости течения более 1 м/с, для предотвращения подныривания бревен, применяют однорядные боны с козырьком или двухрядные боны.

Для предупреждения подныривания бревен под разделительные боны угол их наклона к направлению течения в зависимости от скорости течения принимается по табл. 5.11.

Таблица 5.11

Боны	Допустимые углы установки бонов, град. при скорости течения, м/с				
	0,3	0,5	1,0	1,5	1,75
Однорядный бон без козырька	45 . . . 60	30	23	16	14
Однорядный бон с козырьком	—	—	25	23	22

Конструкции наплавных сооружений рейда берутся по альбому в соответствии с рекомендациями [8, 11].

Технологические расчеты рейда

Технологические расчеты рейда производятся на основании табл. 1.4 по гидрологическим характеристикам за период работы рейда для года 50 %-ной обеспеченности среднегодовых расходов, приведенным в п. 5.1.

1. Технологические расчеты сортировочно-сплоточного рейда. Ширину лесопропускных ворот запарани определяют исходя из пропускной способности сменного объема переработки рейда по формуле

$$b_3 = N_{см} / 3600 v_n q \beta t, \quad (5.27)$$

где $N_{см}$ — максимальный объем переработки леса в смену, м³; v_n — скорость движения бревен, м/с, принимают $v_n = 0,8 v_6$ (v_6 — поверхностная скорость воды до установки рейдовых сооружений, м/с);

q — количество леса, плотно размещаемого на 1 м^2 водной поверхности, $\text{м}^3/\text{м}^2$, $q = 0,875 d$ ($d_{\text{ср}}$ — средний диаметр сплаваемых бревен, м); β — коэффициент заполнения лесом акватории в воротах, берется в зависимости от $v_{\text{л}}$

$v_{\text{л}}, \text{м/с}$	0,3	0,4	0,5	0,6
β	0,35	0,26	0,16	0,12

При $v_{\text{л}} \geq 0,6 \text{ м/с}$ коэффициент β определяют по формуле $\beta = 0,07/v_{\text{л}}$; t — продолжительность смены, ч.

Если по расчету окажется, что $b_{\text{в}} < 12 \text{ м}$, то принимают $b_{\text{в}} = 12 \text{ м}$, а если $b_{\text{в}} > 12 \text{ м}$, то предусматривают двое ворот шириной по 12 м .

Ширину главного сортировочного и коллекторного коридоров определяют по наибольшей длине бревен. Практически главный коридор делают шириной от 7 до 9 м.

Пропускную способность (в смену) главного сортировочного и подводящего коридоров при движении леса поперечной щетью определяют по формуле

$$N_{\text{к}} = \frac{3600 v_{\text{л}} q_{\text{о}} t}{n d_{\text{ср}}}, \quad (5.28)$$

где $v_{\text{л}}$ — скорость движения леса в коридоре, равная $0,8v_{\text{б}}$, м/с ; $d_{\text{ср}}$ — средний диаметр бревен, м; $q_{\text{о}}$ — объем среднего бревна, м^3 ; t — продолжительность смены, ч; n — коэффициент неплотности щепы в зависимости от скорости течения ($n = 1,5$ при $v = 0,4 \text{ м/с}$ и $n = 2,5$ при $v = 2,5 \text{ м/с}$).

Рассчитанная лесопропускная способность должна быть более сменного объема переработки рейда. Если $N_{\text{к}}$ окажется меньше сменного объема переработки рейда, то принимают два главных коридора. Количество главных коридоров может определять и число ворот запани. Минимальную полезную площадь сортировочных дворики определяют по формуле

$$\omega_{\text{с.д}} = W_{\text{л}}/\beta q, \quad (5.29)$$

где $W_{\text{л}}$ — минимальный запас леса в сортировочном дворике, принимаемый равным объему двух пучков наибольших за навигацию объемов при коридорном типе и объему четырех-пяти пучков при веерном типе сортировочных устройств; q — объем леса, плотно размещаемого на 1 м^2 водной поверхности в один ряд, $q = 0,785 d_{\text{ср}}$; β — коэффициент заполнения площади дворика плавающими бревнами, берется по табл. 5.12.

Длина подводящих коридоров и сортировочных дворики при расположении в них бревен поперечной щетью в один ряд в объеме двух пучков рассчитывается по формуле

Таблица 5.12

Характер щети	Значения коэффициента β при v_n , м/с	
	0,3	0,6
Беспорядочная	0,45	0,50
Поперечная	0,70	0,80
Продольная	0,55	0,60

$$L = 2W_n n d_{\text{ср}} \eta / q_o, \quad (5.30)$$

где W_n — наибольший объем пучка за навигацию, м³; n — коэффициент неплотности щети, при $v_n = 0,4$ м/с $n = 1,5$, а при $v_n = 0,85$ м/с $n = 2,5$; $d_{\text{ср}}$ — средний диаметр бревен, м; q_o — средний объем бревна, м³; η — коэффициент, устанавливающий количество партий бревен, при коридорной сетке $\eta = 2 \dots 3$, а при веерной $\eta = 4 \dots 5$.

Количество сортировочных дворики определяют, исходя из числа групп сортиментов, процентного содержания леса в каждой группе, сменной выработки и равномерной загрузки сортировщиков. Количество сортировочных ворот укрупненно определяют делением сменного объема сортировки на среднюю норму выработки сортировщиков, взятую по единым нормам [3] для средней толщины бревен. Для групп лесоматериалов, превышающих по объему норму выработки сортировщика, назначают по 2 и более дворики. Далее определяют число комбинированных узлов, исходя из сменного объема групп сортиментов и нормы выработки сортировщиков. После этого для групп леса, превышающих по объему норму выработки сортировщиков, назначают по 2 дворики. Дополнительно назначают 2...4 дворики запасных.

2. Технологические расчеты сортировочно-формирующего рейда. Лесопропускную способность головного узла сортировочно-формирующего устройства определяют по формуле

$$N_{\text{см}} = 3600 v_n W_n t / nr, \quad (5.31)$$

где v_n — скорость движения пучка, м/с; W_n — средний объем пучка, м³; t — продолжительность смены, ч; n — коэффициент, учитывающий интервал между пучками, $n = 1,5 \dots 2$; r — размер пучка по диагонали, м.

Рассчитанная пропускная способность должна быть не менее сменной производительности сортировочно-сплоточного участка.

Число формируемых дворики принимают равным числу одновременно формируемых секций, линеек или плотов. Ширину формируемого дворики принимают на 1...1,5 м больше наибольшей ширины секции или плота. Длину формируемого дворики принимают в 1,2...1,3 раза больше длины секции или плота.

В случае формирования в формировочных двориках секций или линеек сплотку плотов производят у причалов, число которых рассчитывают по формуле

$$n_{\text{пр}} = W_{\text{сут}} \eta / W_{\text{пл}}, \quad (5.32)$$

где $W_{\text{сут}}$ — наибольший суточный объем поступления леса на формировочный участок, м³; $W_{\text{пл}}$ — наименьший объем плота за навигацию, м³; η — коэффициент, учитывающий неравномерное поступление секций и буксировщиков на участок, принимают $\eta = 1,3$.

Длину причала устанавливают по наибольшей длине плота.

Расчет креплений сооружений рейда

Расчет креплений сооружений рейда производят на основании табл. 1.5 по наибольшим значениям гидрологических характеристик в многолетнем ряду за период работы рейда для года 5 %-ной обеспеченности при навигационном объеме переработки более 1 млн. м³, и 10 %-ной обеспеченности при объеме менее 1 млн. м³, приведенным в п. 5.1. Расчет выполняют для сортировочно-сплоточного участка отдельно от формировочного.

1. Расчет креплений сортировочного устройства. На сортировочное устройство действуют влекущая сила воды R_1 и ветра R_2 . При установке гасителей скоростей течения учитывают дополнительную влекущую силу воды ΣR_3 , действующую на гасители. В результате на сортировочное устройство действует сила, равная

$$R_c = R_1 + R_2 + \Sigma R_3. \quad (5.33)$$

Влекущая сила воды R_1 , действующая на заполненное лесом сортировочное устройство с площадью Ω , равняется

$$R_1 = f_c \Omega \rho v^2 / 2, \quad (5.34)$$

где f_c — расчетный коэффициент сопротивления воды, $f_c = 0,010 \dots 0,014$; v — поверхностная скорость потока, м/с; ρ — плотность воды, кг/м³.

Общая площадь сортировочного устройства в плане вычисляется по формуле

$$\Omega = n \omega \psi_n, \quad (5.35)$$

где n — количество сортировочных двориков; ω — площадь одного

дворика, м²; ψ_n — коэффициент, учитывающий площадь, занятую наплавленными сооружениями, $\psi_n \approx 1,3 \dots 1,5$.

Влекущая сила ветра, действующая на сортировочное устройство, заполненное лесом, вычисляется по формуле

$$R_2 = f_B \Omega \frac{\rho_B v_B^2}{2}, \quad (5.36)$$

где v_B — скорость ветра; f_B — расчетный коэффициент сопротивления ветра, $f_B = 0,007 \dots 0,012$; ρ_B — плотность воздуха, $\rho_B = 1,3 \text{ кг/м}^3$.

При определении R_2 направление ветра считают совпадающим с направлением скорости течения воды. Влекущая сила воды, действующая на одну группу гасителей из трех пластин, определяется по формуле

$$R_3 = f_r h l \frac{\rho v_n^2}{2}, \quad (5.37)$$

где h, l — высота и длина пластины гасителя; ρ — плотность воды, кг/м^3 ; f_r — расчетный коэффициент сопротивления воды, для групп гасителей из трех пластин с расстоянием между ними 3 м $f_r = 3,8$ (для одиночной пластины гасителя $f_r = 1,75$); v_n — скорость течения на подходе к группе гасителей для первой — головной — группы гасителей $v_n = v_6 \beta$ (v_6 — бытовая поверхностная скорость, м/с; β — коэффициент, учитывающий снижение скорости в коридоре вследствие сопротивления сетки, $\beta \approx 0,85$), для последующих групп гасителей, установленных ниже обычно на расстоянии 15 ... 20 м одна от другой, $v_n = \xi v_{n-1}$ (ξ — коэффициент, учитывающий снижение скорости на расстоянии 15 ... 20 м ниже гасителя, значения его приведены в табл. 5.13).

Таблица 5.13

$v, \text{ м/с}$	Значение ξ для расстояний $L, \text{ м}$	
	2 ... 10	15 ... 20
0,8	0,75	1,0
1,0	0,64	0,9
1,2	0,53	0,76
1,4	0,46	0,65

Число опор, необходимых для удержания сортировочного устройства, определяется по формуле

$$i = R/F_1, \quad (5.38)$$

где F_1 — держащая сила одной опоры.

2. Расчет креплений формирующего устройства. На формирующее устройство действует сила давления R_{ϕ} , складывающаяся из влекущей силы воды $R_{1\phi}$ и ветра $R_{2\phi}$. Влекущая сила воды $R_{1\phi}$, действующая на формирующее устройство — бон с прикрепленной к нему секцией или линейкой плота, определяется по формуле

$$R_{1\phi} = [f(L_6 nd + F_{см}) + \xi \omega] \frac{\rho v^2}{2}, \quad (5.39)$$

где f — расчетный коэффициент трения, равный 0,009; L_6 — длина бона, м; n — число бревен в боне по ширине, м; d — диаметр бревен в боне, м; $F_{см}$ — смоченная поверхность трения секции или линейки плота, $F_{см} = L_c (B_c + 2T_c)$, (L_c , B_c и T_c — соответственно длина, ширина и осадка секции, линейки, м); ξ — коэффициент лобового давления, зависит от отношения B_c/T_c .

Численные значения ξ :

B_c/T_c	1	10	20	40	60	100	200
ξ	1,1	1,4	1,55	1,72	1,80	1,88	1,96

ω — погруженная в воду площадь поперечного сечения секции, линейки, плота, $\omega = B_c T_c$; ρ — плотность воды, кг/м³; v — скорость течения, м/с.

Сила воздействия ветра на формирующее устройство $R_{2\phi}$ определяется по формуле

$$R_{2\phi} = f(F_6 + F_c) \frac{\rho_v v_v^2}{2}, \quad (5.40)$$

где f — расчетный коэффициент сопротивления трения, равный 0,009; F_6 — площадь бона в плане, $F_6 = L_6 nd$; $F_c = L_c B_c$; обозначения L_6 , n , d , L_c и B_c те же, что и в (5.39); ρ_v — плотность воздуха, кг/м³; v_v — скорость ветра, м/с.

Число опор, необходимых для удержания формирующего устройства, определяется по (5.38). Тип опор выбирают по нагрузке, приходящейся на опору и условиям ее работы.

Кроме крепления сортировочных и формирующих устройств от воздействия воды и ветра в продольном направлении, производят крепление их от смещения в поперечном направлении от действия боковых ветров, а также крепление от низовых ветров.

5.4. ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМА РАБОТЫ РЕЙДА

Режим работы рейда устанавливают на основании табл. 1.4 по гидрологическим характеристикам для года 50 %-ной обеспеченности с использованием графиков $H = f(T)$, $h = f(T)$ и $b = f(T)$ и данных, приведен-

ных в п. 5.1. По этим данным устанавливают общую продолжительность работы рейда.

За начало работы рейда обычно принимают либо дату поступления леса в запань, либо дату начала установки рейдовых сооружений и машин. На установку рейдовых сооружений обычно требуется около 5...7 дней, столько же дней требуется и для уборки сооружений после окончания работ. Поэтому продолжительность сортировочного-сплоточно-формировочных работ определяют как разность между общей продолжительностью работы рейда и временем установки и уборки рейдовых сооружений и машин. Работают рейды обычно в две смены. При малых объемах работ допускается односменная работа.

С целью более полного использования оборудования в течение навигации весь навигационный период обычно делят на весенний и летний периоды, определяемые габаритами пути в лимитирующих створах.

Распределение общего объема работ по периодам навигации производится с учетом допустимой осадки либо допустимого объема сплочных единиц и определяется по формуле

$$W_H = W_{\text{см.в}} n_B z_B + W_{\text{см.л}} n_L z_L; \quad (5.41)$$

где W_H — навигационный объем работ рейда, м³; $W_{\text{см.в}}$ — сменный объем работ рейда в весенний период, м³; $W_{\text{см.л}}$ — сменный объем работ в летний период, м³; n_B — число рабочих дней в весенний период; z_B — число рабочих смен в сутки в весенний период; n_L — число рабочих дней в летний период; z_L — число рабочих смен в сутки в летний период.

5.5. РАССТАНОВКА МЕХАНИЗМОВ И ТЕХНОЛОГИЯ РАБОТЫ РЕЙДА

Для комплексной механизации рейдовых работ применяют систему машин Р-1, которая включает машину для пропуска леса через ворота запани ЦЛР-172, бункер-коридор многорядной щети ЛР-161; цепной ускоритель ЛС-26, главный сортировочный коридор на металлических понтонах ЦЛР-111, сплоточные машины ЛР-22 и наплавные сооружения. На разборке пыжа применяют специальные катера Т-117 и Т-135, либо КС-100А с навесным оборудованием ЛС-15 и ЛС-17. В зависимости от объемов переработки круглых лесоматериалов, дробности сортировки и гидрологических условий возможны различные варианты по компоновке и составу машин в системе.

Технология работ системы машин Р-1 следующая. После разборки пыжа круглые лесоматериалы катером подают беспорядочной щетью к машине ЦЛР-172. В процессе движения по роликовым конвейерам

этой машины лесоматериалы рассортировывают на три группы: коротье и мусор; длинномерные сортименты и хлысты; основной поток бревен, установленных в поперечную щель.

Основной поток бревен из приемной камеры машины ЦЛР-172 попадает в пространство между лопастным колесом машины и лопастным нагнетателем бункера-коридора.

Оператор, управляя с пульта вращением обоих колес, окончательно выравнивает поперечную щель и подает ее в бункер-коридор, где образуется и поддерживается многорядная щель бревен. Бункер обеспечивает бесперебойную подачу леса в сортировочную сетку с компенсацией отсутствия подачи леса через ворота запани до 30 мин. Из бункера-коридора лесоматериалы равномерно подаются разуплотнителем под цепи ускорителя ЛС-26, который перемещает щель из бревен по главному сортировочному коридору с постоянной скоростью, независимо от скорости течения воды.

Из главного сортировочного коридора бревна определенного сортаimenta подают через боковые ворота в соответствующие сортировочные дворики. В боковых воротах устанавливают барабанные ускорители.

Накопив в сортировочном дворике лес на объем пучка, его перепускают к сплоточной машине, которую устанавливают в конце сортировочной сетки после подводящего коридора.

При наличии на рейде в общей массе леса большого процентного содержания одного сортаimenta (40 . . . 50 %) одну из сплоточных машин можно установить за главным сортировочным коридором, поставив перед ней дополнительный бункер многорядной щети.

Сплоченные пучки из машин под действием течения воды поступают на формировочный участок, где их сортируют и из них изготавливают линейки, секции или плоты необходимых размеров.

Определение производительности сортировочно-сплоточной системы

Производительность определяется для сортировочно-сплоточной системы, включающей механизм для подачи леса, главный сортировочный коридор, сортировочные дворики, коллекторный коридор и сплоточные машины.

Конечной операцией системы является сплотка пучка сплоточной машиной. Таким образом, производительность сплоточной машины определяет производительность всей системы. В производственных условиях фактическая производительность сплоточных машин составляет 60 . . . 80 % их технической производительности, что обусловлено неравномерностью подачи лесоматериалов на сплотку. Производительность сортировочно-сплоточной системы обуславливается взаимодействием всех составляющих ее элементов.

Для определения производительности сортировочно-сплоточной системы нужно произвести следующие расчеты.

1. Определить техническую производительность сплоточной машины Π_T , характеризующуюся объемом круглых лесоматериалов, сплавляемых машиной за смену, при ее безостановочной работе и обеспечении потребной загрузки. Величина технической производительности определяется путем хронометражных наблюдений за работой сплоточной машины или по (6.34), (6.35) при подстановке в них величины коэффициента использования рабочего времени $\varphi = 1$.

2. Определить максимальное количество порций бревен на пучок, находящийся в щети (в коллекторном коридоре) перед машиной и на сплотке в сплоточной машине n .

3. Определить пропускную способность главного сортировочного коридора N по зависимости (5.28), или по объему подачи круглых лесоматериалов в коридор. Например, в случае определения производительности системы машин Р-1 это производительность машины ЦЛР-172, вычисленная по (5.26) с подстановкой максимального значения коэффициента использования рабочего времени $K_2 = 0,8$.

4. Вычислить нагрузку сплоточной машины

$$\rho = \frac{N}{K\Pi_T}. \quad (5.42)$$

5. Определить коэффициент использования рабочего времени сплоточной машины φ_M , равный вероятности того, что машина в произвольный момент времени занята сплоткой пучков

$$\varphi_M = 1 - \frac{1}{1 + \rho + \rho^2 + \dots + \rho^{n+1}}. \quad (5.43)$$

6. Определить производительность сортировочной машины

$$\Pi_M = \varphi_M \Pi_T. \quad (5.44)$$

7. Определить производительность сортировочно-сплоточной системы

$$\Pi_C = K \varphi_M \Pi_T. \quad (5.45)$$

8. Вычислить коэффициент использования рабочего времени главного сортировочного коридора

$$\varphi_K = \frac{\Pi_C}{N}. \quad (5.46)$$

Расчет производится в табличной форме (табл. 5.14) по образцу, приведенному в примере.

Таблица 5.14

Наименование показателей	Расчетная формула (обозначение)	Значения показателей по вариантам	
		I	II
Техническая производительность сплottedной машины, м ³ /ч	Π_T	375	285
Количество сплottedных машин, питаемых из одного сортировочного коридора, шт.	K	1	2
Количество порций леса на пучок, размещающихся в коллекторном коридоре, шт.	n_K	2	2
Количество порций леса на пучок, которое может находиться в очереди, включая оплачиваемый, шт.	$n = n_K + 1$	3	3
Пропускная способность сортировочного коридора, м ³ /ч	N	500	500
Нагрузка сплottedной машины:	$\rho = \frac{N}{K\Pi_T}$	1,33	0,88
	ρ^2	1,77	0,77
	ρ^3	2,35	0,68
	ρ^4	3,13	0,60
	$\Sigma = 1 + \rho + \rho^2 + \rho^3 + \rho^4$	9,58	3,93
	$\frac{1}{1 + \rho + \rho^2 + \rho^3 + \rho^4}$	0,10	0,25
Коэффициент использования рабочего времени сплottedной машины	$\varphi_M = 1 - \frac{1}{1 + \rho + \rho^2 + \rho^3 + \rho^4}$	0,90	0,75
Производительность сплottedной машины, м ³ /ч	$\Pi_M = \varphi_M \Pi_T$	338	214
Производительность сортировочно-сплottedной системы, м ³ /ч	$\Pi_C = K\varphi_M \Pi_T$	338	428
Коэффициент использования рабочего времени главного сортировочного коридора	$\varphi_K = \frac{\Pi_C}{N}$	0,68	0,86

Пример расчета. Определить пропускную способность сортировочно-сплottedной системы при пропускной способности главного сортировочного коридора $N = 500$ м³/ч:

I вариант — при установке на одном главном сортировочном коридоре одной сплottedной машины с технической производительностью $\Pi_T = 375$ м³/ч;

II вариант — при установке на одном главном сортировочном коридоре двух сплottedных машин с технической производительностью каждой $\Pi_T = 285$ м³/ч.

Такой метод расчета производительности позволяет выбрать оптимальную схему сортировочно-сплottedной системы с расстановкой машин и сооружений, обеспечивающую достаточно высокий коэффициент

использования пропускной способности сортировочного коридора, с одной стороны, и достаточно высокую производительность сплottedной машины, с другой.

При выборе технологической схемы критерием оптимизации варианта являются приведенные затраты на весь комплекс сортировочно-сплottedных работ.

5.6. РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ МЕХАНИЗМОВ И РАБОЧИХ

В соответствии с условиями работы рейда подбирают машины и механизмы для выполнения всех основных видов рейдовых работ — разборки пьжей, подачи леса к воротам запани, пропуска леса через ворота запани и установки бревен в поперечную щель, продвижения по сортировочному и подводящему коридорам и пропуска леса через боковые сортировочные ворота, сплottedки леса, продвижения пучков, их сортировки и формирования из пучков секций или плотов, буксировки секций до мест формирования плотов, изготовления оплотника и погрузки леса в суда.

Техническая характеристика рейдовых машин и оборудования приведена в [10].

При подборе рейдовых машин за основную обычно принимают сплottedную машину, устанавливают ее производительность для весеннего и летнего периодов и под эту производительность подбирают все остальные рейдовые машины. При этом производительность выбранных машин должна обеспечивать бесперебойную работу сплottedных машин.

Тип, марку и количество сплottedных машин подбирают, исходя из среднего объема пучка и установленного в п. 5.3 сменного объема работ для каждого периода навигации. Средний объем пучка подсчитывается по допустимой осадке для каждого периода и по средним значениям толщины и длины сплottedываемых бревен по формуле

$$W_n = \pi t^2 CL \eta / 4 \rho_0^2 \varphi^2, \quad (5.47)$$

где t — осадка пучка, м; C — коэффициент формы пучка; L — средняя длина бревен в пучке, м; η — коэффициент полндревесности пучка, при расчетах можно использовать среднее значение $\eta = 0,64$; ρ_0 — относительная плотность древесины, кг/м³; φ — коэффициент непропорциональности осадки пучков из-за разной относительной плотности древесины, при $\rho_0 = 0,8$ $\varphi = 0,94$, при $\rho_0 = 0,9$ $\varphi = 0,95$.

Для полученных объемов пучка по Единым нормам [3] подбирается производительность машины. Сменная производительность одной или нескольких сплottedных машин должна обеспечивать сменный объем сплottedки леса всего рейда.

Сменная потребность сплottedных машин рассчитывается делением

сменного объема переработки леса на рейде на сменную производительность машины.

Аналогично рассчитывают количество механизмов на разборке пьжа, пропуске леса через ворота запани и других рейдовых машин. Расчет потребного числа механизмов по видам работ на рейде целесообразно вести по форме 5.2.

Потребное количество рабочих на всех видах рейдовых работ рассчитывают с учетом принятых для этих работ механизмов. Для этого сменный объем работ рейда делится на норму выработки, взятую по [3]. Для тех механизмов и видов работ, для которых нет норм, необходимые данные берут из [10].

Ф о р м а 5.2

Вид работ	Сменный объем работ, м ³ , за период		Марка механизма	Сменная производительность механизма, м ³ , за период		Потребность механизмов, шт., за период	
	весенний	летний		весенний	летний	весенний	летний

Расчет потребности рабочих целесообразно вести по форме 5.3.

Ф о р м а 5.3

Вид работ и тип механизма	Объем работ в период		Норма выработки	Норма выработки на бригаду в смену	Число работающих в бригаде	Норма выработки на рабочего в смену	Общие затраты, чел.-смен	Суточная потребность рабочих
	весенний	летний						

А. Весенний период навигации продолжительностью . . . сут

Итого:

Б. Летний период навигации продолжительностью . . . сут

Итого:

Ежедневная потребность рабочих по периодам определяется делением общих трудозатрат по каждому виду работ за период на число рабочих дней в этом периоде.

Норма выработки для каждого периода берется по [3]:

при разборке пыжа — исходя из принятого механизма и толщины пыжа;

при пропуске леса через ворота запани машиной ЦЛР-172 — исходя из сменного объема пропуска леса и числа обслуживающих машину рабочих;

при сплотке леса — исходя из среднего объема пучка за период и числа рабочих, обслуживающих машину;

при сортировке пучков и формировании секций — исходя из объема пучка и типа секции плота.

Средневзвешенная норма выработки на сортировке леса определяется для каждого периода по формуле

$$П_{см} = (П_1 P_1 + П_2 P_2) / 100, \quad (5.48)$$

где $П_1$ и $П_2$ — норма выработки на сортировке соответственно среднего и мелкого леса, м³/см; P_1 и P_2 — процентное содержание соответственно среднего и мелкого леса.

Руководят работой рейда начальник и технорук, в подчинении которых имеется 3 . . . 6 мастерских участков, возглавляемых мастерами. Уровень механизации труда на рейдовых работах определяется по (4.33). Виды и количество операций приведены в пп. 5.5 и 5.6. Связь и сигнализация на лесосплавных рейдах аналогична связи и сигнализации на первоначальном лесосплаве, изложенным в п. 4.5.

5.7. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА

Требования безопасности труда на различных видах рейдовых работ должны соответствовать утвержденным Минлеспромом СССР (приказ № 194 от 27.09.88) типовым инструкциям по охране труда [15]: для сортировщиков леса; для машинистов рейдовых машин; для такелажников; для формировщиков плотов, а также следующим регламентирующим документам: "Правилам по охране труда в лесной, деревообрабатывающей промышленности и в лесном хозяйстве"; СН 245—71 "Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий"; СН и П-93—74 "Предприятия по обслуживанию автомобилей".

5.8. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

При проектировании и организации рейдовых работ необходимо руководствоваться ГОСТ 17.1.3.01—76 "Охрана природы. Гидросфера. Правила охраны водных объектов при лесосплаве".

Основные мероприятия, касающиеся сортировочно-сплоточных рейдов, следующие:

1. Разборка пыжей в поперечных запанях производится по длине,

начиная с наиболее утолщенной головной части в виде центрального или бокового коридора.

2. Акватории лесохранилищ и рейдов должны ежегодно очищаться от утонувшей древесины и коры в объеме не менее фактического утопа за навигацию.

3. Допустимые концентрации в воде вымываемых из древесины смолистых и дубильных веществ и допустимое количество растворенного в воде кислорода не должны превышать установленные и утвержденные соответствующими органами нормы.

4. Не допускается оставление древесины в воде до сплава будущего года.

Контрольные вопросы

1. Порядок расчета среднегодовых расходов 30 %-ной обеспеченности.
2. Для каких целей рассчитывают максимальные расходы 2, 5 и 10 %-ной обеспеченности?
3. Последовательность расчета длины пыжа в поперечной запани.
4. Последовательность расчета лежня продольной запани.
5. В каких условиях применяют однорядные и трехрядные наплавные плитки для поперечных запаней?
6. В каких случаях применяют коридорные и веерные сортировочные устройства?
7. Какие основные параметры определяются при технологических расчетах сортировочно-сплоточного рейда?
8. Основные мероприятия по охране природы на сортировочно-сплоточных рейдах.

6. РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЛЕСОСПЛАВНЫХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

6.1. РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ СПЛОТОЧНОГО И ФОРМИРОВОЧНОГО ТАКЕЛАЖА

Натяжение обвязок и связей для пучков пропорционально их силе тяжести

$$P = KG, \quad (6.1)$$

где K — коэффициент пропорциональности; G — сила тяжести, Н.

Для пучков на спокойной воде

$$K = 0,025 / (C - 0,7), \quad (6.2)$$

где C — коэффициент формы пучка (колеблется в зависимости от условий буксировки в пределах от 1,5 до 3).

Формирование и буксировка плотов при волнении связаны с возникновением дополнительных усилий в борткомплектах:

$$P_{\text{бк}} = K_1 G.$$

Величины коэффициента пропорциональности K_1 приведены в табл. 6.1.

Т а б л и ц а 6.1

Способ установки борткомплектов	Значения K_1 при коэффициенте формы пучков		
	1,5	2	2,5
На отдельном пучке	0,148	0,160	0,172
"В обхват"	0,105	0,111	0,122
"Восьмеркой"	0,163	0,170	0,193

Разрывное усилие в бортовом комплекте для сортиментных пучков

$$P_{\text{бк.разр}} = \frac{N}{2n_{\text{бк}} \cos \alpha}, \quad (6.3)$$

где N — общее сопротивление движению плота, N ; $n_{\text{бк}}$ — число одновременно работающих бортовых комплектов, находится в пределах 20 . . . 40 % общего числа комплектов по борту плота; α — угол между борткомплексом и лежнем $\approx 1,4$ рад (80°).

Сечение стального каната бортового комплекта определяется из общего условия

$$P_{\text{разр}} \geq P_{\text{max}} K, \quad (6.4)$$

где $P_{\text{разр}}$ и P_{max} — разрывное усилие каната или цепи и максимально возможное натяжение такелажа, N ; K — коэффициент запаса прочности, во всех расчетах буксировочно-формировочного такелажа принимается $K=3$.

Длину борткомплекта определяют также по общей зависимости

$$L = KP, \quad (6.5)$$

где K — коэффициент запаса, для комплектов $K = 1,08 \dots 1,1$; P — периметр поперечного сечения пучка, определяется по формуле

$$P = \frac{\pi}{2} (B + H). \quad (6.6)$$

После определения длины бортового комплекта выбирают его типоразмер в соответствии с ТУ 13-663-82 "Комплекты типа - КР". Разрывное усилие лежня плота определяют по формуле

$$R_{\text{л.разр}} = KR / (n + 0,8m), \quad (6.7)$$

где R — общее сопротивление движению плота, кН (R — рассчитывают по общепринятой методике); n и m — количество бортовых и средних лежней; K — коэффициент запаса прочности, $K = 3$.

По полученной величине $R_{\text{л.разр}}$ выбирают диаметр стального каната по ГОСТ 2688-80, ГОСТ 3077-80 или ГОСТ 3079-80 "Канаты стальные" с маркировочной группой по временному сопротивлению разрыву не менее 1372 МПа.

Разрывное усилие и масса 1 м каната в зависимости от диаметра при временном сопротивлении разрыву более 1372 МПа приведены в табл. 6.2.

Длина лежня

$$l_{\text{л}} = l_{\text{с}} + 2i, \quad (6.8)$$

где $l_{\text{с}}$ — длина секции, м; i — величина, равная половине интервала между секциями, м.

Таблица 6.2

Диаметр, мм	Разрывное усилие, кН	Масса 1 м каната, кг	Диаметр, мм	Разрывное усилие, кН	Масса 1 м каната, кг
11,5	57,5	0,427	24,5	277,0	2,060
15,0	112,0	0,834	31,5	449,5	3,340
20,0	182,5	1,384	36,5	587,5	4,360

Диаметр среднего лежня

$$d_{\text{ср.л}} = 0,8d_{\text{бл}}, \quad (6.9)$$

где $d_{\text{бл}}$ — диаметр бортового лежня, мм.

Окончательные параметры лежней подбирают по ТУ 13-661-82 на такелаж для стальных канатов для лесосплава типа КФ. Выбранный диаметр каната не должен быть меньше диаметра, полученного из (6.4). Усилие в головных растяжках

$$P_{\text{г}} = 0,3F_{\text{г}} / 2 \cos \alpha, \quad (6.10)$$

где $F_{\text{г}}$ — сила тяги на гаке буксировщика; α — угол между растяжками и осью плота.

Усилие в поперечных счалах на спокойной воде

$$P_{\text{сч.мах}} = 5,3 v^2 l_{\text{сч}} n_p, \quad (6.11)$$

где v — относительная скорость движения плота, м/с; $l_{\text{сч}}$ — длина счала, м; n_p — количество рядов, находящихся между счалами.

Усилие в счалах плотов при волнении

$$P_{\text{сч.мах}} = 1,12 P_{\text{л.мах}}^{0,627}, \quad (6.12)$$

где $P_{\text{л.мах}}$ — максимальное усилие в лежне плота при волнении.

Длина счала, накладываемого "поверху" с охватом бортовых пучков,

$$l_{\text{с.п}} = 2\Pi + nB + \Delta l, \quad (6.13)$$

где Π — периметр пучка; n — количество пучков, находящихся внутри ряда между бортовыми пучками; Δl — длина свободного конца счала (для секционных счалов $\Delta l = 1,5 \dots 2,5$ м, для плотовых счалов $\Delta l = 2 \dots 3$).

Длина счала "в обхват".

$$l_{\text{с.о}} = \Pi + 2B(n-1) - l_{\text{ц}}, \quad (6.14)$$

где $l_{\text{ц}}$ — длина цепной наставки ($l_{\text{ц}} = 1,5 \dots 2,5$ м).

Длина счала "восьмерка", состоящего из двух полусчалов, составляет

$$l_{\text{с.в}} = \frac{1}{2} (n\Pi - 2l_{\text{ц}}). \quad (6.15)$$

Окончательные размеры счалов в зависимости от их конструкции выбирают по ТУ 13-661-82 "Канаты формировочные типа КФ" или по ТУ 13-663-82 "Комплекты типа КР".

Держащую силу пластинчатого сжима, передающего усилие с лежня на борткомплект, определяют из условия

$$P_{\text{сж}} = R/2n_{\text{бк}}. \quad (6.16)$$

Общее сопротивление сортиментных пучковых плотов, буксируемых в озерных и водохранилищных условиях при оптимальной длине буксирного каната, во время ветрового волнения рассчитывают по формуле

$$R = R_{\text{с.п}} + \Delta R_h + \Delta R_B, \quad (6.17)$$

где $R_{\text{с.п}}$ — сопротивление движению плота на спокойной воде, Н; ΔR_h —

Рис. 6.1. Зависимость коэффициента передачи волновой мощности ψ на плот от T/h при различных значениях λ_{ϕ}/h

дополнительное сопротивление движению плота от волнения, Н; $\Delta R_{\text{в}}$ — дополнительное сопротивление движению плота от ветра, Н.

Дополнительное сопротивление

$$\Delta R_h = 157 \psi \lambda h^2 B \sqrt{\lambda_{\phi}}, \quad (6.18)$$

где ψ — коэффициент передачи волновой мощности на плот, определяют в зависимости от T/h и λ_{ϕ}/h по графику (рис. 6.1); λ и h — длина и высота волны, м; λ_{ϕ} — фиктивная длина волны, м, рассчитывается по формуле

$$\lambda_{\phi} = \frac{\lambda^2}{0,64 (1,25 \sqrt{\lambda \pm v})^2} \quad (6.19)$$

Дополнительное сопротивление

$$\Delta R_{\text{в}} = (\xi_{\text{в}} \Sigma_{\text{н}} + f_{\text{в}} F_{\text{в}}) \frac{\rho_{\text{в}}}{2} (v_{\text{в}} + v)^2, \quad (6.20)$$

где $\xi_{\text{в}}$ — коэффициент сопротивления воздуха, $\xi_{\text{в}} = 0,13$; $\Sigma_{\text{н}}$ — площадь надводной части поперечного сечения плота, м², $\Sigma_{\text{н}} = B(H - T)$; H — высота плота, м, принимают равной максимальной высоте пучка в плоту; $f_{\text{в}}$ — коэффициент сопротивления трения воздуха, $f_{\text{в}} = 0,02$; $F_{\text{в}}$ — площадь трения, м² ($F_{\text{в}} = LB$); $v_{\text{в}}$ — скорость ветра, м/с; $\rho_{\text{в}}$ — плотность воздуха ($\rho_{\text{в}} = 1,225 \text{ кг/м}^3$).

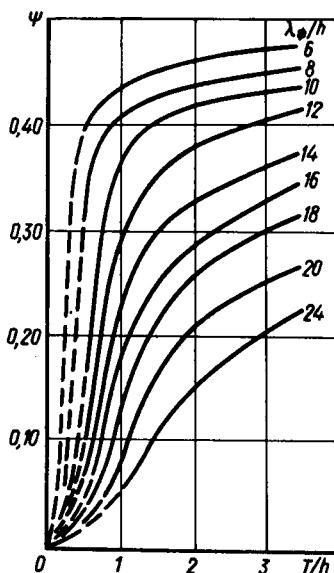
Сопротивление воды движению хлыстовых плотов на глубокой и спокойной воде

$$R_{\text{с.п}} = C_{\text{хл}} \frac{\rho v^2}{2} BT, \quad (6.21)$$

где $C_{\text{хл}}$ — коэффициент сопротивления хлыстового плота, при условии $B/T \geq 10$ и $H/T > 7$ (H — глубина воды, м)

$$C_{\text{хл}} = 1,63 + 0,0125 L/T. \quad (6.22)$$

При буксировке плота на волне его сопротивление возрастет на величину ΔR_h , равную



$$\Delta R_h = (K_B - 1) R_{c.n.} \quad (6.23)$$

Значения коэффициента K_B в зависимости от высоты волны при различных скоростях движения плота приведены в табл. 6.3.

Таблица 6.3

Высота волны, м	Значения K_B при скоростях движения, м/с				
	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
0,8	1,22	1,13	1,09	1,07	1,06
1,1	1,52	1,28	1,18	1,12	1,09
1,6	2,72	1,88	1,50	1,35	1,30
2,1	4,96	2,88	2,14	1,80	1,69

6.2. РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СПЛОТОЧНЫХ МАШИН

Для расчета основных параметров сплотовых машин необходимо знать основные параметры пучка: высоту — H , ширину — B и объем древесины (объем пучка) — W_n .

Высота пучка

$$H = \frac{T}{\rho_o \epsilon}, \quad (6.24)$$

где T — осадка пучка, м; $\rho_o = \rho_d / \rho_B$ — относительная плотность древесины; ϵ — коэффициент, учитывающий непропорциональность осадки пучков плотности древесины ($\epsilon = 0,94 \dots 0,95$).

Осадка пучка зависит от глубины на лимитирующем перекате $h_{пер}$ и донного запаса Z ($Z = 0,2 \dots 0,3$).

$$H = h_{пер} - Z. \quad (6.25)$$

Ширина пучка

$$B = CH, \quad (6.26)$$

где C — коэффициент формы пучка, для озерных условий плавания $C = 1,5 \dots 1,75$, для каналов и шлюзованных рек $C \leq 2,75$, для речных условий $C \leq 3$. Объем пучка определяют по формуле

$$W_n = \frac{\pi}{4} B H l K_n, \quad (6.27)$$

где l — длина сплачиваемых бревен, м; K_n — коэффициент полнодревесности пучка, $K_n = 0,6 \dots 0,64$.

Усилие сжатия пучка стойками при сплотке леса на воде

$$P_{\text{сж}} = K \rho_{\text{д}} W_{\text{п}} g, \quad (6.28)$$

где K — коэффициент пропорциональности силы сжатия пучка силе его тяжести; $\rho_{\text{д}}$ — плотность древесины, кг/м^3 ; $W_{\text{п}}$ — объем пучка, м^3 ; g — ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

Коэффициент пропорциональности K равен

$$K = \lambda K_v \frac{1 + \rho_0}{2 \left(C - 1 + \frac{\pi}{4} \right)},$$

где K_v — поправочный коэффициент на скорость ($K_v = 0,94 + v_{\text{ст}}/6,4$); ρ_0 — относительная плотность древесины; C — коэффициент формы сжатой пачки в стойках, берется $C = 1$; λ — коэффициент сопротивления сжатию пучка.

Процесс сжатия бревен в пучок имеет вероятностный характер. Колебания усилий характеризуются кривой распределения значений λ . Выбор значения λ зависит от цели расчетов. При определении силы сжатия для расчета мощности привода значение λ берется для 50 %-ной обеспеченности, т. е. $\lambda = 3,8$, а для прочностных расчетов механизмов берется $\lambda = 4,7$, что соответствует 50 %-ной обеспеченности.

Габаритная длина машины стоечного типа

$$L_{\text{габ}} = L_{\text{к}} + B_{\text{пм}} + L_{\text{н.щ}} + L_{\text{ф}}, \quad (6.29)$$

где $L_{\text{к}}$ — длина сплоточного коридора, необходимая для размещения в нем бревен в объеме пучка, м; $B_{\text{пм}}$ — ширина переднего моста ($B_{\text{пм}} \approx 2 \text{ м}$), м; $L_{\text{н.щ}}$ — длина выступающей части направляющих путей нагнетателя щети ($L_{\text{н.щ}} \approx 4 \text{ м}$); $L_{\text{ф}}$ — длина формировочной части машины ($L_{\text{ф}} \approx 9 \text{ м}$).

Длина сплоточного коридора

$$L_{\text{к}} = \frac{n i d}{m}, \quad (6.30)$$

где n — коэффициент, учитывающий неплотность размещения бревен в щети из-за сбежистости и кривизны ($n = 1,25$); i — число бревен в пучке, определяемое делением объема пучка на средний объем бревна; m — коэффициент, учитывающий рядность бревен в щети при наличии нагнетателя ($m \approx 1 \dots 3$).

Габаритная ширина машины

$$B_{\text{габ}} = B_{\text{к}} + 2B_{\text{п}}, \quad (6.31)$$

где B_{κ} — ширина сплочного коридора, м, определяемая по зависимости $B_{\kappa} = l_{\max} + l_{\gamma}$; (l_{\max} — наибольшая длина сплачиваемых бревен, м; l_{γ} — дополнительная ширина коридора, необходимая для размещения двух щитов уравнивателей щети, принимают $l_{\gamma} \approx 1,6$ м); $B_{\text{п}}$ — ширина понтона плавучего основания, м.

Мощность двигателя лебедки сжимающих стоек

$$N = P_{\text{с}} v_{\text{ст}} / \eta, \quad (6.32)$$

где $P_{\text{с}}$ — усилие сжатия, Н; $v_{\text{ст}}$ — скорость движения стоек, м/с; η — КПД привода, $\eta = 0,8 \dots 0,9$.

Диаметр тягового каната d_{κ} лебедки сжимающих стоек определяют по усилию, приходящемуся на одну ветвь каната с учетом коэффициента запаса прочности $K = 3$ и коэффициента неравномерности распределения сжимающего усилия $K_{\text{н}} = 1,2$.

Длину барабана лебедки устанавливают по зависимости

$$l_{\text{б}} = \left(\frac{l_{\kappa}}{\pi D_{\text{б}}} + 3 \right) b_{\text{о}}, \quad (6.33)$$

где l_{κ} — длина каната, наматываемого на барабан, м; $b_{\text{о}} = d_{\kappa} + 3$ — расстояние между витками каната, мм.

Производительность сплочной машины стоечного типа в час

$$\Pi_{\text{ч}} = \frac{3600 W_{\text{п}} \varphi}{\tau + \left(1 + \frac{L_{\text{с}}}{L_{\kappa}} \right) \frac{2W_{\text{п}} d n}{v_{\text{ст}} q}}, \quad (6.34)$$

где 3600 — число секунд в часе; $W_{\text{п}}$ — объем пучка, м³; φ — коэффициент использования рабочего времени ($\varphi = 0,6 \dots 0,8$); τ — продолжительность обвязки и вывода сплоченного пучка, с (для речных пучков $\tau = 120$ с, для озерных пучков с двойным пережатием $\tau = 240$ с); $L_{\text{с}}$ — длина передних стоек машины, м ($L_{\text{с}} = 2,23$ м); L_{κ} — длина коридора, м; $v_{\text{ст}}$ — средняя скорость движения передних стоек, м/с ($v_{\text{ст}} = 0,9$ м/с); n — коэффициент неплотности щети ($n = 1,25$); q — средний объем бревна, м³.

При установке на сплочной машине лопастного нагнетателя многорядной щети его производительность определяется как произведение объема порции круглых лесоматериалов, подаваемых нагнетателем за один оборот, на число оборотов в единицу времени

$$\Pi_{\text{ч}} = 3600 n K \varphi \frac{\pi^2 d l R}{2}, \quad (6.35)$$

где n — частота вращения нагнетателя, с^{-1} ; K — коэффициент загрузки нагнетателя, $K = 0,7 \dots 0,8$; φ — коэффициент использования рабочего времени, $\varphi = 0,6 \dots 0,9$; d — средний диаметр бревен, м; l — длина бревен, м; R — радиус лопасти нагнетателя, м.

Мощность двигателя лопастного нагнетателя

$$N = 6,26 M n, \quad (6.36)$$

где M — момент на валу лопастного нагнетателя, Нм; n — частота вращения нагнетателя, с^{-1} .

Момент на валу нагнетателя

$$M = P_c l (1 + \text{tg } \alpha \mu) + R \zeta B t \frac{\rho_v v_n^2}{2}, \quad (6.37)$$

где P_c — горизонтальная составляющая силы сжатия, определяется по (6.28), Н; l — расстояние по вертикали от оси вращения нагнетателя до горизонта воды, м; α — угол между радиусом лопасти при ее выходе из воды и перпендикуляром к поверхности воды, опущенным из центра вращения лопасти, пиковое значение моментов соответствует положению нагнетателя при $\alpha = 45^\circ$; μ — коэффициент трения мокрых неокоренных бревен по металлу, $\mu = 0,18$; R — радиус лопасти, м; ζ — коэффициент сопротивления движению, $\zeta = 16,3$; B — ширина лопасти, м; t — осадка лопасти, м; ρ_v — плотность воды, $\text{кг}/\text{м}^3$; v_n — линейная скорость движения конца лопасти, $v_n = 2\pi RT$, м/с.

Усилие F торцевания пачек леса на воде в сплоточной машине

$$F = K_i f \frac{\rho_A}{\rho_B} (\rho_B - \rho_A) \left[\frac{H}{d} (1 + m) + 2 \right] W_n, \quad (6.38)$$

где K_i — коэффициент, выражающий отношение выступающих бревен к их общему числу ($K_i = 0,3 \dots 0,6$); f — коэффициент трения между бревнами при их относительном перемещении ($f = 0,2 \dots 0,6$); m — коэффициент распора ($m = 0,5 \dots 0,6$); d — средний диаметр бревен в пачке, м; H — высота пачки, м; W_n — объем пачки, м^3 ; ρ_A и ρ_B — плотность древесины и воды, $\text{кН}/\text{м}^3$.

При сплотке леса машинами канатного типа усилие в верхней ветви сжимающего каната S_1 согласно зависимости Эйлера вычисляется по формуле

$$S_1 = P_c \frac{e^{fa}}{1 + e^{fa}}, \quad (6.39)$$

где P_c — усилие сжатия пучка стойками, кН; f — коэффициент трения каната по загрязненным песком бревнам, $f = 0,6 \dots 0,8$; α — угол охвата пучка канатом, рад; e — основание натурального логарифма.

6.3. РАСЧЕТ ОСТОЙЧИВОСТИ ПЛАВСРЕДСТВ

Основные термины и определения. Формулы остойчивости

Все плавучие лесосплавные машины и суда с точки зрения теории плавания объединены в одно понятие — судно. В дальнейшем будем пользоваться этим термином имея в виду всю широту заключенного в него понятия.

Остойчивость — это способность судна, выведенного из состояния равновесия воздействием внешних сил, возвращаться в исходное положение, после устранения причин, вызвавших наклонение. Иначе говоря, остойчивость есть способность судна создавать при наклонении восстанавливающий момент. Восстанавливающий момент является мерой остойчивости судна.

Различают: начальную остойчивость — остойчивость при малых углах наклонения и остойчивость при больших углах наклонения. Такое разделение остойчивости объясняется тем, что метод начальной остойчивости позволяет сделать некоторые допущения и упростить расчет. При больших углах наклонения метод начальной остойчивости дает ощутимую погрешность, в таких случаях пользуются методом остойчивости на конечных углах наклонения.

Остойчивость судна при поперечных наклонениях, т. е. при возникновении крена, называется поперечной. Момент пары сил, вызвавший крен судна, называется кренящим. Остойчивость судна при продольных наклонениях, т. е. при возникновении дифферента, называется продольной. Момент пары сил, вызвавший дифферент, называется дифференцирующим.

На свободно плавающее судно действует сила его веса (тяжести) P , приложенная в центре тяжести G , и сила поддержания (плавучести) D , приложенная в точке C , называемой центром величины. Если судно под действием кренящего момента $M_{кр}$ получило поперечное наклонение на малый угол θ , то центр величины переместится из точки C в точку C_1 (рис. 6.2), а сила поддержания, перпендикулярная новой действующей ватерлинии $W_1 L_1$, будет направлена под углом θ к диаметральной плоскости. Линии действия первоначального и нового направления силы поддержания пересекутся в точке M , называемой поперечным метacentром. Радиус кривой перемещения центра величины в поперечной плоскости называется поперечным метacentрическим радиусом и обозначается буквой ρ . Он определяется расстоянием от поперечного метacentра до центра величины C и вычисляется по формуле

$$\rho = \frac{I_x}{V}, \quad (6.40)$$

где I_x — момент инерции площади действующей ватерлинии относитель-

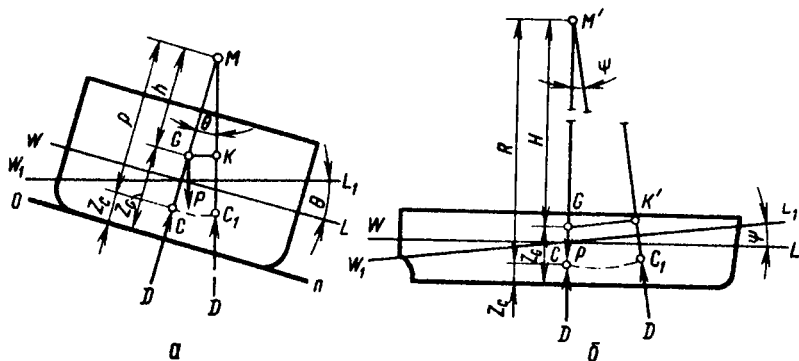


Рис. 6.2. Элементы начальной устойчивости:
 а — поперечной; б — продольной

но ее центральной продольной оси, m^4 , V — объемное водоизмещение по действующую ватерлинию, m^3 .

Для прямоугольного понтона с размерами L , B и осадкой T поперечный метацентрический радиус будет равен

$$\rho = \frac{I_x}{V} = \frac{LB^3}{12LBT} = \frac{B^2}{12T}. \quad (6.41)$$

Возвышение поперечного метacentра над центром тяжести судна в начальном положении равновесия называется поперечной метацентрической высотой и обозначается буквой h .

В результате действия на судно кренящего момента $M_{кр}$ вместе с появлением крена возникает восстанавливающий момент $M_B^{кр}$, действующий в сторону противоположную действию кренящего момента. Восстанавливающий момент равен $M_B = DGK = Dh \sin \theta$. При малых углах $\sin \theta = \theta$, тогда

$$M_B = Dh \theta_{кр} \quad (6.42)$$

где D — сила плавучести; h — поперечная метацентрическая высота; θ — угол наклона судна.

Если наклоненное судно находится в равновесии, то восстанавливающий момент равен кренящему, т. е. $M_{кр} = M_B = Dh \theta_{кр}$, откуда угол крена в радианах

$$\theta_{кр} = \frac{M_{кр}}{Dh}, \quad (6.43)$$

или в градусной мере

$$\theta^0 = \frac{57,3M_{кр}}{Dh}. \quad (6.44)$$

Произведение Dh называется коэффициентом поперечной устойчивости и обозначается $K_{поп}$

$$K_{поп} = Dh. \quad (6.45)$$

Формула (6.42) называется метацентрической формулой поперечной устойчивости. Аналогичные формулы для дифферента имеют вид

$$M_{в.д} = M_{диф} = DH \varphi_R, \quad (6.46)$$

$$\varphi_R = \frac{M_{диф}}{DH}, \quad (6.47)$$

$$\varphi^0 = \frac{57,3M_{диф}}{DH}, \quad (6.48)$$

где $M_{в.д}$ — восстанавливающий момент при дифференте; $M_{диф}$ — дифферентующий момент; H — продольная метацентрическая высота; φ_R и φ^0 — углы наклона судна.

Коэффициент продольной устойчивости равен

$$K_{пр} = DH. \quad (6.49)$$

Из рис. 6.2 следует

$$h = \rho + Z_c - Z_G = \rho - a, \quad (6.50)$$

$$H = R + Z_c - Z_G = R - a. \quad (6.51)$$

Аппликата центра величины Z_c определяется с помощью теоретического чертежа и строевой по ватерлиниям или по формуле В.Л. Позднюнина

$$Z_c = \frac{1}{1 + \frac{\delta}{a}} T, \quad (6.52)$$

где δ — коэффициент полноты водоизмещения; a — коэффициент полноты грузовой ватерлинии.

Продольный метацентрический радиус вычисляется по зависимости

$$R = I_y / V. \quad (6.53)$$

Для прямоугольного очертания судна

$$R = \frac{BL^3}{12LBT} = \frac{L^2}{12T}. \quad (6.54)$$

Поперечный и продольный метацентрические радиусы можно вычислить и по формулам Ван-дер-Флита.

$$\rho = \frac{a^2}{11,46} \frac{B^2}{T}, \quad (6.55)$$

$$R = \frac{a^2}{146} \frac{L^2}{T}. \quad (6.56)$$

Ордината центра тяжести судна определяется расчетом весовых нагрузок

$$Z_G = \frac{\sum \rho_i Z_i}{\sum \rho_i} \quad (6.57)$$

или по зависимости

$$Z_G = KH_6, \quad (6.58)$$

где ρ_i — массы отдельных элементов корпуса и оборудования судна;
 Z_i — ордината центров тяжести соответствующих масс элементов судна;
 H_6 — высота бортов судна; K — практический коэффициент, значения

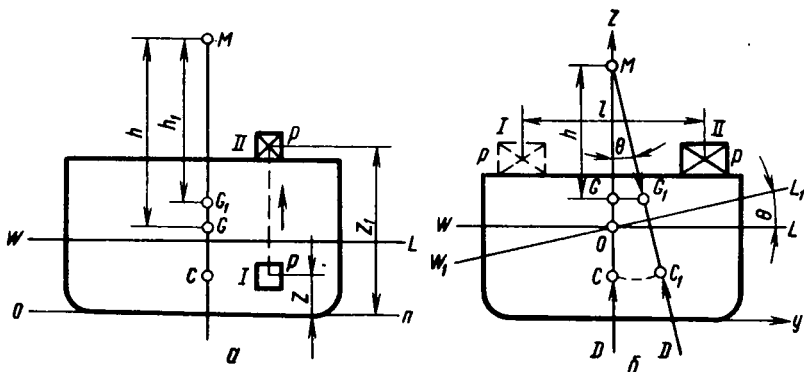


Рис. 6.3. Влияние перемещения груза на остойчивость:
 а — вертикального; б — горизонтального

которого для лесосплавных буксиров лежат в пределах 0,68 . . . 0,73.

Из уравнения (6.42) и рис. 6.2 следует, что об остойчивости судна можно судить по взаимному расположению метацентра M и центра тяжести G ; если метацентр M расположен выше центра тяжести G , то судно остойчиво. Если метацентр расположен ниже центра тяжести или совпадает с ним, то судно нестойчиво.

Если машина смонтирована на плавучем основании из нескольких понтонов, жестко соединенных между собой с промежутками, то поперечные и продольные наклоны такой машины рассматриваются относительно продольной и поперечной осей, проходящих через единый центр тяжести площадей ватерлиний всех понтонов, составляющих плавучее основание машины. При определении ρ и R таких оснований моменты инерции I_x и I_y вычисляются относительно тех же осей наклона. Например, для плавучего основания из двух одинаковых жестко соединенных понтонов прямоугольных очертаний оси наклона будут располагаться в плоскости действующей ватерлинии и совпадать с осями симметрии x и y площадей ватерлиний обоих понтонов.

Расчет остойчивости при вертикальном перемещении груза

При вертикальном перемещении груза p_r никаких наклонов судна не происходит, метацентры M и M' сохраняют свое положение, изменяются только метацентрические высоты h и H , так как перемещается по вертикали в сторону смещения груза центр тяжести судна G , а следовательно, изменяется расстояние между центром тяжести и метацентрами.

Рассмотрим влияние на остойчивость перемещения груза по вертикали снизу вверх из положения I с аппликацией центра тяжести груза Z в положение II с аппликацией Z_1 (рис. 6.3, а). Центр тяжести судна при этом приблизится к метацентру и переместится на величину $\frac{p_r}{\rho} (Z_1 - Z)$.

На эту же величину уменьшатся метацентрические высоты. Новое значение поперечной метацентрической высоты составит

$$h_1 = h - \frac{p_r}{\rho} (Z_1 - Z), \quad (6.59)$$

а новое значение продольной метацентрической высоты

$$H_1 = H - \frac{p_r}{\rho} (Z_1 - Z). \quad (6.60)$$

Разность $Z_1 - Z$ может быть и положительной, и отрицательной, в зависимости от направления перемещения груза. При перемещении груза вверх поперечная метацентрическая высота уменьшается, уменьшается и остойчивость. При перемещении груза вниз поперечная мета-

центрическая высота увеличивается, а поэтому увеличивается и остойчивость.

Вследствие малой величины $\frac{p_r}{P} (Z_1 - Z)$ по сравнению с H продольная остойчивость практически не изменяется при этом.

Расчет остойчивости при горизонтальном перемещении груза

Рассмотрим горизонтальное перемещение груза p_r поперек судна из положения I в положение II (рис. 6.3, б) на расстояние l . При этом произойдет равнообъемное наклонение судна на угол θ . В результате перемещения груза центр тяжести судна G переместится горизонтально в точку G_1 на расстояние lp_r/P . Вследствие смещения центра тяжести судна сила веса судна P и сила плавучести D образуют пару сил, вызывающую крен. Наклонение при этом происходит до тех пор, пока кренящий момент $M_{кр} = p_r l$ не уравновесится постепенно нарастающим вместе с углом наклонения восстанавливающим моментом M_B . Когда $M_{кр}$ сравняется с M_B , наклонение прекратится при некотором угле θ , при этом центр тяжести G и центр величины C опять окажутся на одной вертикали.

Из треугольника MGG_1 следует, что $\overline{GG_1} = \overline{MG} \operatorname{tg} \theta = h \operatorname{tg} \theta$, а так как при малых углах $\operatorname{tg} \theta = \theta$, поэтому $\theta_R = \overline{GG_1} / h = p_r l / Ph$. Так как $P = D$, то угол крена будет равен

$$\theta_R = \frac{p_r l}{Dh}. \quad (6.61)$$

При горизонтальном перемещении груза вдоль судна происходит аналогичное явление, а поэтому угол дифферента при этом будет равен

$$\varphi_R = \frac{p_r l}{DH}. \quad (6.62)$$

При одновременном поперечном и продольном перемещении груза возникнут и продольное и поперечное наклонения. Расчет при этом производится в следующем порядке. Сначала вычисляют по формулам (6.59), (6.60) новые значения метацентрических высот, а затем с учетом изменившейся метацентрической высоты по (6.61) определяют угол крена, а по (6.62) угол дифферента.

Расчет остойчивости при приеме или снятии груза

Рассмотрим сначала расчет остойчивости при приеме или снятии груза, расположенного так, чтобы центр тяжести груза совпал с вертикалью, проходящей через центр тяжести судна. При этом никакого наклонения

не произойдет, а лишь увеличится осадка и водоизмещение, изменятся положения (поднимутся) центра тяжести и центра величины. В связи с этим изменятся (уменьшатся) поперечная и продольная метацентрические высоты.

Приращение осадки ΔT для прямоугольного судна при этом выразится формулой

$$\Delta T = \rho_r / \gamma S, \quad (6.63)$$

где ρ_r — масса принятого груза; γ — плотность единицы объема воды; S — площадь действующей ватерлинии.

Новые значения поперечной и продольной метацентрических высот определяются соответственно

$$h_1 = h + \frac{\rho_r}{D + \rho_r} \left(T + \frac{\Delta T}{2} - h - Z_p \right), \quad (6.64)$$

$$H_1 = H + \frac{\rho_r}{D + \rho_r} \left(T + \frac{\Delta T}{2} - H - Z_p \right), \quad (6.65)$$

где h и H — значения поперечной и продольной метацентрических высот до приема груза; h_1 и H_1 — то же после приема груза; D — весовое водоизмещение до приема груза; Z_p — аппликата центра тяжести принятого груза (возвышение над основной плоскостью); T — осадка судна до приема груза; ΔT — приращение осадки от принятого груза.

При снятии груза метацентрические высоты будут

$$h_1 = h - \frac{\rho_r}{D - \rho_r} \left(T - \frac{\Delta T}{2} - h - Z_p \right), \quad (6.66)$$

$$H_1 = H - \frac{\rho_r}{D - \rho_r} \left(T - \frac{\Delta T}{2} - H - Z_p \right). \quad (6.67)$$

Рассмотрим расчет остойчивости для случая, когда принятый груз размещен на судне так, что координаты его центра тяжести имеют значения x_p , y_p , Z_p и под действием этого груза судно получит не только приращение осадки, но и поперечное и продольное наклоны.

Для определения углов наклона, вызванных принятым грузом, условно размещают груз на вертикали, проходящей через центр тяжести площади исходной ватерлинии, но с обязательным соблюдением аппликаты Z_p принятого груза. Для такого условного положения принимаемого груза вычисляют по (6.63) изменение осадки судна ΔT , а по (6.64), (6.65) новую поперечную и новую продольную метацентрические высоты h_1 и H_1 . Затем мысленно перемещают груз из условного (фиктивно-

го) положения в действительное, т. е. приходят к схеме перемещения груза на судне по горизонтали без изменения водоизмещения; сначала груз p_r перемещают поперек судна на расстояние y_p и по (6.61) определяют угол крена θ , затем из условного положения груз p_r перемещают по горизонтали вдоль судна на расстояние $l = x_p$ и по (6.62) определяют угол дифферента $\varphi_R = p_r l D_1 H_1$.

При приеме или снятии груза об изменении остойчивости нельзя судить только по изменению метацентрической высоты, так как одновременно происходит и изменение водоизмещения. Поэтому в этом случае остойчивость оценивают по величине коэффициента остойчивости $K_n = Dh$.

После приема груза p_r коэффициент поперечной остойчивости получает новое значение $K_{n1} = D_1 h_1 = (D + p_r) \left[h + \frac{p_r}{D + p_r} \left(T + \frac{\Delta T}{2} - h - Z_p \right) \right]$. После раскрытия скобок получаем

$$K_{n1} = Dh + p_r (T + \Delta T/2 - Z_p). \quad (6.68)$$

Из (6.68) следует, если аппликата Z_p центра тяжести принимаемого груза будет равна $T + \Delta T/2$, то $K_{n1} = Dh = K_n$, т. е. остойчивость не изменится. Если $Z_p > (T + \frac{\Delta T}{2})$, то $K_{n1} < K_n$, т. е. остойчивость судна уменьшится; если $Z_p < (T + \Delta T/2)$, то $K_{n1} > K_n$, т. е. остойчивость судна увеличится.

При снятии груза коэффициент поперечной остойчивости определится

$$K_{n1} = Dh - p_r \left(T - \frac{\Delta T}{2} - Z_p \right). \quad (6.69)$$

Из этого выражения следует, что если центр тяжести снятого груза находился на высоте $Z_p = T - \Delta T/2$, то остойчивость судна не изменится, так как $K_{n1} = K_n$. Если центр тяжести снятого груза находился на высоте $Z_p > (T - \Delta T/2)$, то остойчивость судна после снятия груза увеличится, так как $K_{n1} > K_n$. Если центр тяжести судна находился на высоте $Z_p < (T - \Delta T/2)$, то остойчивость судна уменьшится, так как $K_{n1} < K_n$.

Аналогичные выводы можно сделать и в отношении продольной остойчивости, однако они чаще всего не имеют практического значения из-за большой величины продольной метацентрической высоты и коэффициента продольной остойчивости $K_{\text{диф}} = DH$.

Расчет остойчивости крана

При подъеме краном груза действие силы тяжести подвешенного груза при любом положении судна передается через подвеску в точку ее

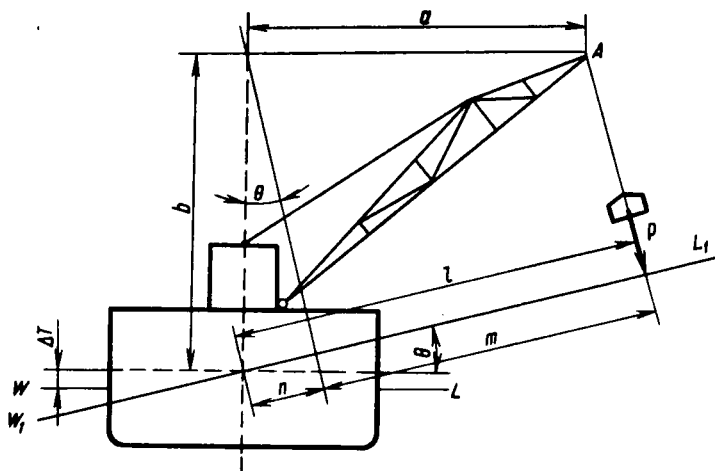


Рис. 6.4. Влияние подвешенного груза на остойчивость

закрепления А (рис. 6.4). На остойчивость судна при этом оказывает влияние не длина подвески или высота подъема груза над палубой, а высота точки подвешивания груза.

При подъеме груза p_r судно (кран) получит дополнительную осадку ΔT , определяемую по зависимости (6.63). Новую поперечную метацентрическую высоту можно определить по (6.64). При этом за аппликату центра тяжести подвешенного груза Z_p принимается не высота подъема груза над основной плоскостью, а высота точки подвешивания грузового каната (блока на конце стрелы). Как видно из рисунка 6.4, плечо кренящего момента вычисляется по зависимости $l = m + n = a \cos \theta + b \sin \theta$, а кренящий момент по зависимости $M_{кр} = p_r l = p_r (a \cos \theta + b \sin \theta)$. Восстанавливающий момент определится по зависимости $M_B = (D + p_r) h \sin \theta$. Так как восстанавливающий момент должен равняться кренящему, то можно записать

$$(D + p_r) h \sin \theta = p_r (a \cos \theta + b \sin \theta).$$

Разделив обе части равенства на $\cos \theta$, после преобразования получим

$$\operatorname{tg} \theta = p_r a [(D + p_r) h_1 - p_r b].$$

Так как при малых углах $\operatorname{tg} \theta = \theta_{R_r}$, то угол крена плавающего крана определится по формуле

$$\theta_{R_r} = \frac{p_r a}{(D + p_r) h_1 - p_r b}. \quad (6.70)$$

Далее вычисляются коэффициенты поперечной остойчивости: до подъема груза по формуле (6.45), после подъема груза по (6.68). По этим коэффициентам и судят о величине изменения остойчивости крана.

6.4. РАСЧЕТ УСИЛИЙ ПРИ ПОДЪЕМЕ ТОПЛЯКОВ И ВЫГРУЗКЕ ЛЕСА ИЗ ВОДЫ

Большая часть топляков находится в частично или полностью замытом грунтом состоянии, на различном расстоянии от поверхности дна. Поэтому при подъеме топляков преодолевается сила сопротивления подъему (F_T), которая складывается из следующих составляющих: силы тяжести топляка P_B во взвешенном состоянии; силы присоса его P_n грунтом; силы давления грунта $P_{гр}$ во взвешенном состоянии на топляк; силы трения грунта $P_{тр}$, возникающей при подъеме топляка.

Исходя из перечисленного суммарное сопротивление подъему топляков может быть записано в виде

$$F_T = P_B + P_n + P_{гр} + P_{тр}. \quad (6.71)$$

Подставив аналитические выражения каждого из слагаемых правой части уравнения, получим общий вид расчетной зависимости при подъеме пачки топляка из n бревен

$$F_T = n \left[\rho_T - \rho_B \right] \frac{\pi d^2}{4} l + \frac{\rho_B}{1000} \frac{v}{K} l d^2 \times \\ \times \left(1 + \frac{2H}{3d} \right) + \rho_{гв} l d H - \rho_{гв} \frac{\pi d}{8} l + 0,5 \rho_{гв} \cdot 2(l + d) H^2 f \lambda_n, \quad (6.72)$$

где n — число одновременно поднимаемых топляков; ρ_T — плотность древесины топляков, $\rho_T = 1150 \dots 1200$ кг/м³; ρ_B — плотность воды, $\rho_B = 1000$ кг/м³; d — средний диаметр топляков, м; l — длина топляков, м; v — скорость подъема топляков, $v = 0,2 \dots 0,3$ м/с; H — глубина залегания топляков от поверхности дна до нижней кромки топляка, м; $\rho_{гв}$ — плотность грунта во взвешенном состоянии, для песков мелких средней плотности $\rho_{гв} = 950$ кг/м³, для песков крупных средней плотности $\rho_{гв} = 1150$ кг/м³; $\lambda_n = \operatorname{tg} (45 + \varphi/2)$ — пассивный отпор грунта (для глины плотной $\lambda_n = 1,8$, для глины мягкой $\lambda_n = 3$, для мелкого песка $\lambda_n = 7$), здесь φ — угол внутреннего трения грунта (для мелких песков и глины $\varphi = 25^\circ$, для крупных песков $\varphi = 33^\circ$); f — коэффициент трения грунта при подъеме топляка, для глинистого дна $f = 0,25$, для мокрого песка $f = 0,35$, для каменистой наброски $f = 0,6$.

Из (6.72) видно, что основным фактором, определяющим величину сопротивления подъему топляка, является глубина его залегания в

грунте. Так, для подъема топляка толщиной 0,18 м и длиной 4,5 м с поверхности дна требуется приложить силу всего около 170 Н, в то время как при подъеме топляка с глубины $H=0,5$ м требуется сила $F_T = 23900$ Н. Поэтому топлякоподъемные агрегаты снабжены гидромониторами, которыми перед подъемом грунт над топляком размывается.

При выгрузке пачки лесоматериалов из воды работа крана характеризуется тремя слагаемыми: разгоном пачки вместе с присоединенной массой воды до номинальной скорости подъема; отрывом пачки от воды и установившимся процессом подъема пачки в атмосфере.

При вертикальном подъеме пачки прикладываются усилия, преодолевающие сопротивление движению на каждой из перечисленных фаз, которые во взаимосвязи выражаются системой уравнений

$$P_1 = P_r + \left(\frac{\rho_d^2}{\rho_v} V_n + \rho_v V_v \right) \frac{v_r^2}{T};$$

$$P_2 = P_r + \left[\rho_d V_n + \frac{(1-K)V_n \rho_d}{K} - \frac{v_v \rho_v}{v_r} T \right] g > P_1;$$

$$P_3 = P_r + (\rho_d V_n + \rho_v V_{v3}) g < P, \quad (6.73)$$

где P_1, P_2, P_3 — сопротивление подъему пачки на 1, 2 и 3-й фазах, Н; P_r — сила тяжести грузозахватных устройств, Н; ρ_d, ρ_v — плотность древесины и воды, кг/м³; V_{v1}, V_{v3} — объем присоединенной массы воды на 1 и 3-й фазах, м³; v_r — скорость подъема груза м/с; v_v — скорость истечения воды из поднимаемой пачки, м/с; T — осадка пачки, м; V_n — объем пачки, м³; K — коэффициент полндревесности пачки; \bar{g} — ускорение свободного падения.

Контрольные вопросы

1. Как изменится усилие в счалах плотов при переходе со спокойной воды на волнение?
2. Из каких составляющих складывается сопротивление плотов при буксировке по водохранилищам?
3. Какие параметры определяют ширину и длину сплотового коридора сплотовой машины?
4. Что такое остойчивость?
5. Как изменится остойчивость судна при перемещении груза по вертикали?
6. Как изменится остойчивость лесосплавного катера при снятии с него главного судового двигателя?
7. Какие силы сопротивления преодолеваются при подъеме замкнутого топляка?

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Водный транспорт леса. Справочник.* — М.: Лесная промышленность, 1973. — 404 с.
2. *Донской И.П., Савельев В.В.* Водный транспорт леса. — М.: Лесная промышленность, 1973. — 286 с.
3. *Единые нормы выработки и расценки на лесосплавные работы.* — М.: Экономика, 1990. — 174 с.
4. *Захарова Н.С.* Оптимизация параметров водного транспорта леса в плотках береговой сплотки: Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук. — Л.: ЛТА, 1990. — 128 с.
5. *Инструкция по проектированию лесосплавных предприятий (ВСН-4-78 Минлеспром СССР).* — Л.: Гипролестранс, 1979. — 294 с.
6. *Инструкция по проектированию и строительству плотбищ (ВСН-1-84 Минлеспром СССР).* — Л.: Гипролестранс, 1984. — 81 с.
7. *Инструкция по проектированию лесозаготовительных предприятий, лесовозных и лесохозяйственных дорог.* — Л.: Гипролестранс, 1980. — 300.
8. *Инструкция по изысканиям, проектированию, строительству и эксплуатации запаней.* — М.: Лесная промышленность, 1971. — 104 с.
9. *Камусин А.А.* Механизация береговой сплотки леса. Учебное пособие по курсу "Водный транспорт леса". — М.: Лесная промышленность, 1985. — 384 с.
10. *Машины, суда и оборудование лесосплава. Справочник.* — М.: Лесная промышленность, 1983. — 336 с.
11. *Наплавные сооружения и опоры для сплавных рек и лесных рейдов. Альбом т. I, II, III, IV.* — Киев.: Центральный институт типового проектирования, 1985.
12. *Общесоюзные нормы технологического проектирования лесосплавных предприятий (ОНТП-05-85 Минлеспром СССР).* — Л.: Гипролестранс, 1986. — 179 с.
13. *Пятякин В.И., Дмитриев Ю.Я., Зайцев А.А.* Водный транспорт леса. — М.: Лесная промышленность, 1985. — 336 с.
14. *Правила подготовки и приемки древесины для лесосплава.* — М.: Минлеспром СССР, 1986. — 41 с.
15. *Сборник типовых инструкций по охране труда для рабочих лесной промышленности.* — М.: Лесная промышленность, 1989. — 472 с.
16. *Справочник по водному транспорту леса; Под редакцией В.А. Щербакова.* — М.: Лесная промышленность, 1986. — 384 с.
17. *Технические указания по проектированию лесосплавных предприятий.* — Л.: Гипролестранс, 1965. — 322 с.
18. *Шелгунов Ю.В., Кутуков Г.М., Ильин Г.П.* Машины и оборудование лесозаготовок, лесосплава и лесного хозяйства. — М.: Лесная промышленность, 1982. — 520 с.
19. *Чекалкин К.А.* Проектирование опорных узлов наплавных сооружений. — Архангельск, 1983. — 31 с.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Предисловие</i>	3
<i>Методические рекомендации</i>	4
1. Общие сведения и особенности проектирования лесосплавных объектов	5
1.1. Основные направления, требования и стадийность проектирования лесосплавных объектов 5 . 1.2. Состав проектно-сметной документации 7 . 1.3. Состав изыскательских работ 9 . 1.4. Классификация объектов по категориям и классу капитальности 10 .	
2. Указания по проектированию лесосплавных объектов	18
2.1. Проектирование береговых складов и плотбищ 18 . 2.2. Проектирование лесосплава 21 . 2.3. Проектирование водных перевозок лесных грузов 27 . 2.4. Проектирование лесосплавных рейдов и запаней 28 . 2.5. Проектирование мелиоративных и наплавных сооружений 32 .	
3. Проектирование организации работ на береговых складах и плотбищах . . .	33
3.1. Обоснование выбора основных параметров береговых складов и плотбищ 33 . 3.2. Организация работ и структура производственного процесса береговых складов 43 . 3.3. Расчет потребности оборудования и рабочих 45 . 3.4. Природоохранные мероприятия на береговых складах 47 .	
4. Проектирование организации первоначального лесосплава	48
4.1. Обоснование и расчет лесопропускной способности реки 48 . 4.2. Организация и технология работ. Расчет потребности механизмов и рабочих 58 . 4.3. Построение графика лесосплава 67 . 4.4. Уровень механизации труда 70 . 4.5. Связь и сигнализация 70 . 4.6. Требования безопасности труда 71 . 4.7. Природоохранные мероприятия при проведении лесосплава 74 .	
5. Проектирование организации работ лесосплавного рейда	75
5.1. Расчет основных гидрологических характеристик акватории рейда 75 . 5.2. Расчет запаней 79 . 5.3. Обоснование типа и основные расчеты рейда 92 . 5.4. Обоснование режима работы рейда 99 . 5.5. Расстановка механизмов и технология работы рейда 100 . 5.6. Расчет потребности механизмов и рабочих 104 . 5.7. Требования безопасности труда 106 . 5.8. Мероприятия по охране окружающей среды 106 .	
6. Расчет основных параметров лесосплавных машин и оборудования	107
6.1. Расчет элементов сплочного и формировочного такелажа 107 . 6.2. Расчет основных параметров сплочных машин 112 . 6.3. Расчет устойчивости плавсредств 116 . 6.4. Расчет усилий при подъеме топляков и выгрузке леса из воды 125 .	
Список использованной литературы	127

