

630*
и 32

БЕЛОРУССКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ С.М.МИРОВА

На правах рукописи

ИЗАКОВ АЛЕКСАНДР ФЕДОРОВИЧ

УДК 630.378

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЕДИНОГО ТРАНСПОРТНОГО
ПАКЕТА ИЗ ХЛЫСТОВ ДЛЯ СПЛОТКИ КРУПНООБЪЕМНЫХ
СПЛОТОЧНЫХ ЕДИНИЦ

Специальность 05.21.01 - "Технология и машины
лесного хозяйства и лесозаготовок"

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Минск 1989

Работа выполнена в Сибирском ордена Трудового Красного Знамени технологическом институте (СТИ) на кафедре водного транспорта леса.

Научный руководитель - доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РСФСР В.Н.Худогов.

Официальные оппоненты - доктор технических наук, профессор Пятакин В.И.,
- кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Гайдукевич Д.М.

Ведущее предприятие - СибНПО (институт СибНИИЛП).

Защита состоится "18" апреля 1989 г. в "14" часов на заседании специализированного совета К 56.01.01 при Белорусском технологическом институте им. С.М.Кирова по адресу: 220630, г.Минск, ул.Свердлова, 13а

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Белорусского ордена Трудового Красного Знамени технологического института им. С.М.Кирова.

Автореферат разослан "18" марта 1989 г.

Просим Ваши отзывы на автореферат в ДВУХ ЭКЗЕМПЛЯРАХ, ПОДПИСАННЫЕ И ЗАВЕРЕННЫЕ гербовой печатью учреждения, направлять по адресу: 220630, г.Минск, ул.Свердлова, 13а, БТИ, ученому секретарю.

Ученый секретарь специализированного совета кандидат технических наук,
доцент

С.П.ТРОФИМОВ

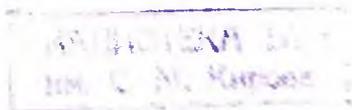
ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Пятилетним планом развития народного хозяйства СССР на 1986-1990 гг. в числе важнейших народнохозяйственных проблем предусматривается повышение производительности труда в лесной и деревообрабатывающей промышленности на 14-16% и увеличение производства продукции на 16-18%. Выполнение поставленных задач предполагает дальнейшее совершенствование всего транспортно-технологического процесса лесной промышленности на основе использования новейших достижений научно-технического прогресса.

В районах Сибири и Дальнего Востока в связи с региональными особенностями, большой удельный вес занимает лесосплав, являющейся наиболее экономичным видом лесных перевозок. Становится очевидным, что рост объемов водного транспорта леса не может быть обеспечен без соответствующего увеличения пропускной способности сплоточных рейдов. Решение данной проблемы возможно путем использования единого транспортного пакета из хлыстов в качестве основного лесного груза. В настоящее время в пакетах перевозится около трети объема лесоматериалов. Прогрессивность и экологическая эффективность данных технологических схем несомненна, в то же время увеличение объема перевозимого пакета, обусловленное ростом грузоподъемности лесовозов, требует совершенствования технологии перевалочного процесса для сплотки крупнообъемных сплоточных единиц и укладки штабелей при судовых перевозках.

Таким образом тема исследований является актуальной, поскольку она направлена на решение задач совершенствования технологии сплоточных работ при крупнопакетных перевозках лесных грузов.

Цель работы. Обосновать параметры пакета из хлыстов для сплотки крупнообъемных сплоточных единиц и разработать теоретически обоснованную и экспериментально подтвержденную методику расчета технологических параметров сплоточного процесса при перевозках крупнообъемных пакетов из хлыстов.



Основные задачи исследований. Определение условий оптимального размещения пакетов из хлыстов в крупнообъемной сплочной единице. Синтез технологических решений сплочного процесса. Теоретические исследования полнодревесности крупнообъемных сплочных единиц. Аналитическое определение параметров сплочного процесса, с учетом дополнительных операций и деформационных свойств хлыстовых пакетов.

Экспериментальные исследования условий оптимального размещения пакетов из хлыстов, их параметров и деформационных свойств, полнодревесности крупнообъемных сплочных единиц.

Разработка методики расчета технологических параметров сплочного процесса при перевозках крупнообъемных пакетов из хлыстов.

Методы исследований. В работе использованы методы теории исследования операций, математического анализа и статистики.

Научная новизна. Впервые предложен и исследован сплочный процесс крупнообъемных сплочных единиц, основанный на способе перегрузки с делением пакета хлыстов на части. Проведено теоретическое обоснование условий оптимального размещения пакетов в сплочной единице и определены технологические основы сплочного процесса с учетом дополнительных операций. Выполнены теоретические и экспериментальные исследования параметров и деформационных свойств хлыстовых пакетов применительно к процессу размещения их в крупнообъемной сплочной единице. Разработана методика расчета технологических параметров сплочного процесса при перевозках крупнообъемных пакетов из хлыстов.

Место проведения экспериментальных исследований. Экспериментальные исследования проводились в лаборатории кафедры водного транспорта леса Сибирского технологического института, на сплочном рейде и перегрузочном складе Баргузинского ЛПХ (п.Усть-Баргузин, Бур.АССР), бирже хлыстов Байкальской ЛПБ (п.Выдрино, Бур.АССР), нижнем складе Монзенского ДСК (п.Вохтога, Вологодская обл.).

Практическая значимость. На основании результатов исследований разработаны дополнительные операции к технологии сплочных работ, применение которых позволит обеспечить оп-

тимальную взаимосвязь водного и автомобильного видов лесотранспорта, за счет повышения объема перевозимого пакета. Расчетный экономический эффект составляет 0,2-0,3 рубля на 1 м³ сплоченной древесины. Кроме того методика расчета технологических операций сплочного процесса позволяет определить эксплуатационные характеристики крупнообъемных сплочных единиц и штабелей при погрузке хлыстовых пакетов в суда.

Реализация результатов исследований. Результаты исследований использованы при разработке "Временных правил (технических условий) сплотки, оснастки, формирования морских хлыстовых плотов для оз. Байкал". - Красноярск, 1985. - 24 с. и "Дополнений и правил (техническим условиям) сплотки, формирования и оснастки хлыстовых однопачковых плотов с бортовым оплотником", - Красноярск, 1986. - 2 с. Фактический экономический эффект от внедрения усовершенствованной технологии работ на рейде Баргузинского ЛЛХ (ПЛО "Забайкаллес") составляет 32,7 тыс. рублей.

Апробация работы. Результаты исследований нашли отражение в отчетах НИР, выполняемых по заданию Технического Управления Минлесбумпрома СССР в 1980-1987 гг. № ГР Б 80071339, О1811002518, О1819014525, О1823059449, О1860101127. Основные положения диссертации и результаты исследований были заслушаны и получили одобрение на следующих заседаниях и конференциях:

- технических совещаниях и заседании технического совета ПЛО "Забайкаллес" (г. Улан-Удэ) в 1983-1984 гг.;
- научно-методическом семинаре кафедры водного транспорта леса Архангельского лесотехнического института (г. Архангельск) в 1985 г.;
- республиканском научно-техническом совещании "Пути снижения загрязнения окружающей среды арктического бассейна, озера Байкал, рек Сибири и Дальнего Востока на основе совершенствования производственных процессов речного транспорта" (г. Иркутск) в 1985 г.;
- научно-практической конференции "Интенсификация лесосибирского лесопромышленного комплекса на основе научно-технического прогресса" (г. Лесосибирск) в 1986 г.;
- краевой научно-технической конференции "Научный поиск молодежи в лесной промышленности края" (г. Красноярск) в

1981, 1984-1986 гг.;

- заседаниях кафедры водного транспорта леса Сибирского технологического института (г. Красноярск) в 1983-1986 гг., и кафедры транспорта леса Белорусского технологического института в 1988 г.

Публикации результатов работы. По материалам диссертационной работы опубликовано 11 статей и получено 3 авторских свидетельства на изобретения.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, 6 разделов, заключения, списка литературы содержащего 107 наименований и 16 приложений. Основная часть изложена на 159 стр. машинописного текста, в том числе 36 рисунков и 24 таблиц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во ВВЕДЕНИИ дано обоснование актуальности темы диссертационной работы, определено направление исследований, их задачи и представлена краткая характеристика диссертации.

В ПЕРВОМ разделе рассмотрено состояние вопроса по технологии лесоперевалочного процесса и методам расчета параметров пакетов лесоматериалов и сплочных единиц из них.

Отмечено, что перспективным направлением развития лесоперевозок является единый транспортный пакет из хлыстов. Однако опыт эксплуатации таких транспортно-технологических схем показывает, что в узлах взаимосвязи водного и сухопутного видов лесотранспорта имеются значительные производственные потери, в частности, грузоподъемность кранового оборудования и лесовозных автомобилей используется на 60-70% от проектной, в недостаточной степени. Важным резервом в повышении эффективности сплочных работ является определение параметров единого транспортного пакета с учетом требований всего технологического процесса.

Анализ литературных источников показывает, что имеющиеся методики расчетов технологии лесоперевалочного процесса и параметров сплочных единиц не учитывают комплекс операций, присущих сплотке крупнообъемных лесотранспортных единиц (ЛТЕ), а также связь процессов сплотки и транспортировки. В связи с этим и была поставлена задача разработать методику, связывающую воедино параметры пакета из хлыстов, условия их оптимального размещения и технологические операции по обеспечению повышения эксплуатационных характеристик ЛТЕ.

Научные работы по изучению и совершенствованию многообразных форм лесоперевалочного процесса, проводились в нескольких направлениях. К ним относятся труды в которых изучались основные пути дальнейшего развития, показано влияние природно-климатических и производственно-технологических факторов на структуру технологии, проведена типизация основных операций, изложены принципы компоновки машин, оборудования и критерии оценки их параметров. Результатом явилось создание и внедрение технологии транспорта круглых лесоматериалов, шпал и другой пилопродукции при смешанных сухопутно-водных перевозках.

Большой вклад в решение указанной проблемы внесли исследования докторов технических наук Воеводы Д.К., Редькина А.К., Таубера Б.А., Липмана Д.Н., Пятякина В.И., Захаренкова Ф.Е., Будьки С.Х., кандидатов технических наук Рогулина В.Г., Реутова Ю.М., Пиленова А.И., Фоминцева М.Н., Родионова Б.М., Кондратьева В.М., Щербакова В.А., Котельникова Ю.А., Борисова М.В., Солодухина М.М. и др. Разработанные ими теоретические положения явились основой для реализации следующих задач:

- определение условий оптимального размещения пакетов из хлыстов в крупнообъемной сплочной единице;
- синтез технологических решений сплочного процесса;
- теоретические исследования полнодревесности крупнообъемных сплочных единиц;
- аналитическое определение параметров сплочного процесса, с учетом дополнительных операций и деформационных свойств хлыстовых пакетов;
- экспериментальные исследования условий оптимального размещения, параметров и деформационных свойств пакета из хлыстов, полнодревесности крупнообъемных сплочных единиц.

ВТОРОЙ РАЗДЕЛ посвящен разработке общей стратегии исследований.

Сплоточный процесс представляется как система, имеющая управляемое структурно-иерархическое строение. Управление в данном случае выступает в форме направленного воздействия на систему, означающее изменение габаритов пакетов и их размещение, которое представляет собой укладку пакета на штатное место в процессе перегрузки. Сложность и неоднозначность целей исследований приводит к необходимости выделить наибо-

лее обобщающие расчетные схемы в виде, доступном для аналитического анализа и реализации экспериментальным путем. Систематическое изучение структуры исследуемого процесса проведено методом морфологического ящика.

Для получения критериев, характеризующих обоснованность использования конкретных типов схем при транспорте хлыстовых пакетов выполнены исследования по изучению влияния геометрических параметров пакета на эксплуатационные характеристики сплочной единицы сигарообразного типа и пучка Байкальского типа. Эксперименты реализованы на модели в масштабе 1:40, при соблюдении закона подобия по критерию Фруда. Результаты позволяют применительно к поставленным целям исследований выбрать следующие схемы сплочного процесса:

- первая схема с совмещением операций размещения и управления параметрами пакета из хлыстов, например использующая дискретное деление (а.с.1194307);

- вторая схема, в которой дополнительная операция управления входит самостоятельным элементом в производственный процесс и находится в последовательной связи с остальными, это технология с предварительным изменением габаритов пакета с последующей укладкой или размещением с приоритетом (а.с.1230952).

В ТРЕТЬЕМ разделе представлены основные теоретические предпосылки обоснования параметров единого транспортного пакета из хлыстов для сплотки крупнообъемных сплочных единиц.

Известно, что одним из технологических параметров лесоперевалочного процесса является интенсивность обработки числа пакетов за единицу времени (производительность). Изменение производительности после внедрения дополнительных операций удобно характеризуется отношением:

$$\frac{\Pi_p}{\Pi_p^A} = \left(1 + \frac{\Delta t_u}{t_u}\right) \delta Q, \quad (1)$$

где Π_p , Π_p^A - производительность процесса до введения дополнительных операций и после введения, соответственно;

t_u - время цикла до введения дополнительных операций;

Δt_u - время на дополнительные операции;

δQ - относительное изменение объемов пакета до и после введения дополнительных операций.

Графическая интерпретация (1) показывает, что для уменьшения Π_p/Π_p^A необходимо уменьшить δQ (рис. 1).

Задавая отношение $(\Pi_p/\Pi_p^A) = K$ в соответствии с плановым заданием получим уравнение, связывающее Δt_u и δQ .

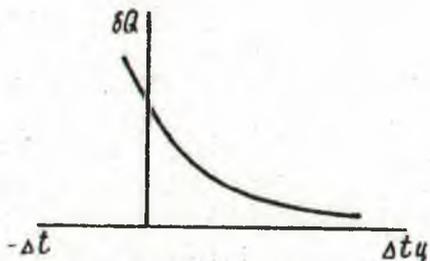


Рис. 1. Взаимосвязи изменения объема пакета и продолжительности цикла.

$$\delta Q = K \cdot \left(\frac{t_u}{t_u + \Delta t_u} \right). \quad (2)$$

Анализ зависимостей (1), (2) позволяет установить область технологически эффективных значений использования дополнительных операций при сплотке крупнообъемных сплочных единиц.

Критерием оптимальности размещения пакетов в лесосплавном пучке является плотность его заполнения - полнодревесность. Взаимосвязь геометрических параметров пакетов с габаритами сплочной единицы можно охарактеризовать выражением:

$$W = \frac{N \cdot \eta_2}{\eta_1} \cdot \sum_{i=1}^n f_i(L, B, H), \quad (3)$$

где W - габаритный объем сплочной единицы;
 $f_i(L, B, H)$ - объем пакета хлыстов, определяемой длиной - L , шириной - B и высотой - H , соответственно;

η_1, η_2 - коэффициенты плотности заполнения в ряду и между рядами, соответственно.

Условия размещения по длине и ширине следующие:

$$L_i^0 = \sum_{i=1}^n L_i + l_m (n-1), \quad (4)$$

$$B_i^0 = \sum_{i=1}^n B_i + b_m (n-1), \quad (5)$$

где ℓ_m, ν_m - технологические параметры, характеризующие точность укладки.

Таким образом, полноразвесность размещения пакетов по длине и ширине зависит от соотношения размеров пакета с габаритами сплочной единицы и определяется параметрами ℓ_m, ν_m .

Теоретические исследования полноразвесности сплочной единицы выполнены с учетом соотношения параметров размещаемых пакетов и ее габаритов. Нетрудно показать, что полноразвесность сплочной единицы при укладке в нее пакетов одного размера не зависит от их ширины и высоты и представляется постоянной величиной.

При переходе к укладке со смещением пакетов верхнего ряда относительно нижнего на половину ширины пакета, может быть описано следующим выражением:

$$\eta_c = \frac{\pi \cdot n' \cdot (2 \cdot K' - 1)}{4 \cdot K' \cdot [2 + (n' - 1) \sqrt{3}]} \geq \eta, \quad (6)$$

где η, η_c - соответственно плотность при укладке рядами и со смещением;

n', K' - число пакетов по высоте и ширине, соответственно.

Из анализа (6) следует, что для n' равного четному числу $K' \geq 3,7 \cdot n' / (n' - 1)$ и для n' равного нечетному числу $K' \geq 4$. Графическое представление показывает нелинейный характер зависимости выходных параметров от числа пакетов по высоте и ширине (рис.2). Из свойств аффинных преобразо-

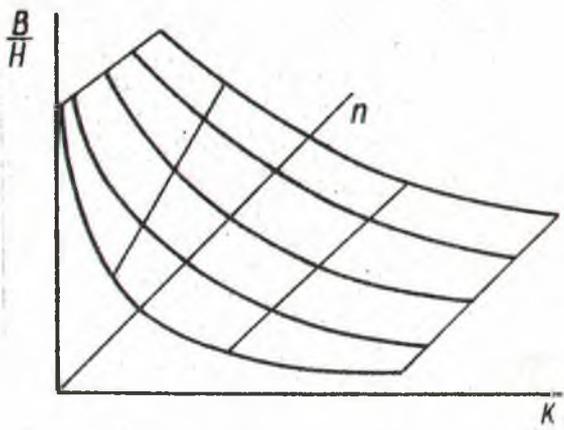


Рис. 2. Зависимость формообразующих признаков ЛТЕ от числа пакетов по ширине и высоте.

ваний при переходе от размещения кругами к размещению эллипсами можно получить, что выражение (6) справедливо и для пакетов, имеющих форму поперечного сечения, близкую к эллиптической.

Оценка влияния габаритов сплотноного устройства на полндревесность ЛТЕ и общий объем размещаемых материалов характеризуется выражением:

$$\eta_u = \frac{W_u^A}{W_c^A} \cdot \frac{[L_1 + L_2 (1 + \frac{1}{\psi_1 \psi_2})]}{L^0}, \quad (7)$$

где W_u^A , W_c^A - соответственно объем лесоматериалов в цилиндрической и сигарообразной ЛТЕ;

η_u , η_c - коэффициенты полндревесности в цилиндрической и сигарообразной ЛТЕ, соответственно;

L^0, L_1, L_2 - общая длина, длина цилиндрической и конической частей в сигарообразной ЛТЕ, соответственно;

ψ_1, ψ_2 - параметры, характеризующие отношение ширины и высоты в миделевой и торцевой части сигарообразной ЛТЕ, соответственно.

Из выражений (3)...(7) следует, что важное значение для сплотноного процесса имеют следующие параметры пакета из хлыстов: его высота, ширина, длина, а также высота при перегрузке, под которой понимается расстояние от грузоподъемного крюка до самой нижней точки пакета. Установлено, что форма и поперечные размеры пакета из хлыстов зависят не только от характеристик его структурных составляющих, но определенное влияние оказывают и технологические аспекты: параметры средств транспорта, функциональное назначение совокупности хлыстов, способ перегрузки.

Показано, что наиболее достоверное решение по оценке ширины и высоты пакета из хлыстов, для конкретных условий может быть получено только экспериментальным путем. Высота при перегрузке должна определяться для двух качественно различных ситуаций: подъем за строп и с делением пакета на 2-е части, обусловленных ранее выполненным синтезом технологических решений.

При делении перегружаемого пакета высота определяется

геометрических построений

$$H_c = \frac{\ell_{стр}}{2} - 0,285(B + B^H) + H_{гр}, \quad (8)$$

где $\ell_{стр}$ - длина стропа, охватывающего пакет;
 B, B^H - ширина пакета в верхней и нижней частях;
 $H_{гр}$ - высота надстройки грейфера.

Для другой технологической ситуации, когда подъем пакета осуществляется непосредственно за обвязку, высота определена из параметрического уравнения гибкой нити, нагруженной сыпучей средой. Основные размерности, их соотношение и постановка задачи приняты по Реутову Ю.М. и Киселеву В.А. При решении получено соотношение связывающее высоту с длиной стропа - $2\ell_{стр}$, коэффициентом пропорциональности для пучковой среды - m , объемом пакета - W_n , углом наклона стропа.

$$H_c \leq \sqrt{\frac{2\ell_{стр}}{m} \cdot 0,5 W_n \sin \alpha}. \quad (9)$$

Пакет хлыстов представляет среду, имеющую анизотропные свойства, точное теоретическое решение о взаимосвязи напряжений и деформаций, для которой обусловлено рядом трудностей из-за неоднородности внутреннего строения. Поэтому для анализа применен метод, имеющий эмпирический характер. Сопротивление формоизменению пакета описано известной моделью связано-сыпучего тела с использованием решения для величины перемещения из задачи Буссинеска-Фламана.

Таким образом, при выполнении экспериментальных исследований была поставлена задача проверить достоверность аналитических выражений (6 ... 9) и определить опытные коэффициенты в полученных формулах.

В ЧЕТВЕРТОМ разделе изложен выбор и обоснование методов экспериментальных исследований, измерительное обеспечение, программа и методика выполнения исследований.

Проведение большого числа опытов на натурном объекте сложно из-за трудоемкости работ и трудности регистрации данных. В подобных случаях опробованным средством исследований является моделирование процесса.

Известно, что геометрическое подобие обусловлено уменьшением линейных размеров модели в определенное число раз.

Но полного соблюдения подобия, формы и размеров хлыстов, их сочетаний, сыпучих свойств, получить не представляется возможным. Показано, что моделирование линейных размеров пакета и сплоченной единицы необходимо проводить по геометрическому подобию. Отсутствие возможности использования критериев подобия для деформационных свойств пакета либо их приближенный характер, требует выполнения работ на натуральных объектах. Лабораторное оборудование для моделированных крупнообъемных сплоченных единиц состояло из стенда, имитирующего жесткое основание, бассейна с водой и конструкции сплоченного устройства, позволяющего изменять параметры ее отдельных частей (ширину, высоту миделя и торцов). Для измерения использовался комплекс средств, состоящих из специально разработанных устройств на шпигельмасштабах, мерных сеток и аппаратуры для тензометрирования усилий в стропе: тензорезисторы, усилитель В-АНЧ и осциллограф Н-700. На натуральных исследованиях применялось оборудование сплоченных рейдов и бирж хлыстов: краны КК-20, КСК-30-42В, сплоченные устройства (колыбели). В качестве вычислительных систем использованы ЭВМ "Наири-2", "Электроника ДЗ-28", имеющие достаточно полный набор стандартных программ статистической обработки и регрессионного анализа опытных данных.

В ПЯТОМ разделе приведены результаты экспериментальных исследований. Экспериментальные исследования влияния схемы укладки пакетов на эксплуатационные характеристики сплоченной единицы показывают, что величина коэффициента полндревесности достигает своего максимального значения при известной схеме профессора В.М.Кондратьева, значение которого выбрано в дальнейшем в качестве критериального. С целью уточнения аналитических выражений плотности укладки, в том числе и изменения объема сплоченной единицы на рейде Баргузинского ЛПХ выполнены специальные экспериментальные исследования. Как показали результаты анализа опытных данных, значение полндревесности останется практически постоянным и составляет $\eta_c = 0,40 \dots 0,45$. В зависимости от формы сплоченного устройства по выражению (7) $\eta_u = \eta_c \cdot I, I3$. В этом случае рост полндревесности обеспечивается за счет уменьшения межпакетных пустот.

Аналитически установлено, что условия оптимального раз-

мещения по длине и ширине характеризуются соответствующими технологическими параметрами ℓ_m и θ_m , значения которых согласно полученным опытным данным равны - для кранов КСР-30-42В $\ell_m=0,257$ м, КК-20 $\ell_m=0,315$ м.

Статистическая проверка дисперсий по критерию Стьюдента показывает их однородность. В то же время установлено, что значение величины θ_m , практически равно нулю.

Экспериментальное изучение взаимосвязи $\eta = f(H_i)$ показывает нелинейный характер изменения полндревесности с уменьшением высоты пакета. Это обусловлено изменением внешней формы пакетов, сокращающим межпакетные пустоты. Качественный характер полученной кривой во многом совпадает с зависимостью волноустойчивости от объема пакета (по данным СТИ), что подтверждает целесообразность применения для сплотки технологических операций, связанных с уменьшением высоты пакета, и тем самым позволяет достичь значительного эффекта по повышению эксплуатационных характеристик сплоченных единиц.

Влияние геометрических параметров сплоченных устройств стоечного типа на полндревесность и размещаемый в них объем лесоматериалов исследовано активным методом с использованием плана, близкого к Д- оптимальному (Д)⁴. Эксперименты проведены на лабораторной установке в масштабе 1:25 с учетом критериев подобия и моделирования. Обработка опытных данных позволила получить уравнения регрессии описывающих поверхность отклика с достаточной степенью точности.

$$W = 0,021 - 0,232B_T + 0,237H_{\text{ж}} + 0,30H_T + \\ + 0,141B_{\text{ж}}B_T - 1,328H_{\text{ж}}H_T + 0,191B_{\text{ж}}H_{\text{ж}} + \\ + 1,146B_TH_T - 0,375B_{\text{ж}}H_T + 0,333B_TH_{\text{ж}}, \quad (13)$$

$$\eta = 0,595 + 0,379B_{\text{ж}} - 0,621B_T - 1,046H_{\text{ж}} - \\ - 0,677B_{\text{ж}}B_T + 0,923H_{\text{ж}}H_T - 0,164B_{\text{ж}}H_{\text{ж}} + \\ + 3,906B_TH_T - 3,717B_{\text{ж}}H_T + 0,881B_TH_{\text{ж}}, \quad (14)$$

где W , η - объем и полндревесность сплоченной единицы, соответственно.

$H_{\text{ж}}, H_{\text{т}}$ - высота на миделе и торце, соответственно;

$B_{\text{ж}}, B_{\text{т}}$ - ширина на миделе и в торце, соответственно.

Проверка достоверности полученных регрессионных моделей в натуральных условиях произведена в центральных точках плана. Диапазон изменения объема сплочных единиц в эксперименте составляет 670...1200 м³, отклонение результатов от значений, вычисленных по (I3), (I4) не превышает 7...8%.

Параметры пакета на жестком основании определяются его высотой (H) и шириной (B), функциональная взаимосвязь которых с объемом ($W_{\text{п}}$) исследовалась пассивным методом. При этом все хлысты подразделялись на группы длин ($L_{\text{хл}}$) 20 - 17,5 - 15,0 м. Так для хлыстов длиной 20 метров было измерено 42 пакета в диапазоне изменения объема от 10,6 до 30,4 м³. Обработка опытных данных методом регрессионно-корреляционного анализа с помощью ЭВМ позволила получить ряд эмпирических моделей, например:

$$B_{\text{к}} = 3,6943 - 0,1643 W_{\text{п}} + 0,008 W_{\text{п}}^2, \quad (\text{I5})$$

$$H_{\text{к}} = 1,3484 - 0,0392 W_{\text{п}} + 0,0018 W_{\text{п}}^2. \quad (\text{I6})$$

Статистическая обработка опытных данных показала достоверность полученных выражений. Аналогичной расчетной обработке подвергались и остальные группы. Приведение результатов опытов, выполненных пассивным методом, к многофакторной (объемной) модели произведено по методу Воеводы Д.К. и Дитриха В.И. Модель параметров пакета из хлыстов в комлевой части имеет вид:

$$\begin{aligned} H_{\text{к}} = & (110,0 - 11,6L_{\text{хл}} + 0,3L_{\text{хл}}^2) - (12,29 - 1,26L_{\text{хл}} + \\ & + 0,03L_{\text{хл}}^2) W_{\text{п}} + (0,48 - 0,046L_{\text{хл}} + 0,001L_{\text{хл}}^2) \cdot W_{\text{п}}^2 - \\ & - (0,0074 - 0,0007L_{\text{хл}} + 0,000016L_{\text{хл}}^2) \cdot W_{\text{п}}^3. \end{aligned} \quad (\text{I7})$$

Обработка опытных данных серии экспериментальных исследований по оценке взаимосвязи параметров пакета и длины стропа ($l_{\text{стр}}$) показывает нелинейный характер изменения габаритов до 10,5...11,5 метров. При дальнейшем увеличении $l_{\text{стр}}$ влияние фиксирующих связей незначительно.

Высота системы "пакет-строп" при дискретном делении описывается аналитическим выражением с точностью до 7,5%. Наблюдения подтвердили достоверность технологической оценки

высоты пакета при перевалке за строп по формуле (9) и позволили установить значения коэффициента m (рис.3) Экспериментальные исследования взаимосвязи параметров пакета при дискретном делении выполнены на моделях в масштабах 1:25, 1:15, 1:10 и в натуральных условиях. Полученные результаты позволяют определить габариты деформированного пакета в зависимости от степени изменения длины стропы и объема лесоматериалов.

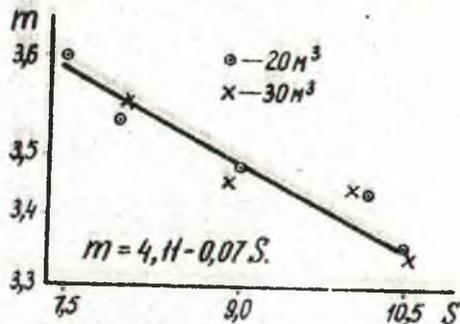


Рис. 3. Экспериментальные значения коэффициента пучковой стропы.

Основной задачей изучения деформационных характеристик являлось установление эмпирических коэффициентов для известной теоретической модели. Учитывая принятый линейный характер зависимости изменения высоты от внешних факторов, для коэффициента поперечной деформации M выполнена линейно-кусочная аппроксимация опытных данных.

$$M = 0,664 - 0,045 W_n \quad \text{для } 10 \leq W_n \leq 20,0,$$

$$M = 1,306 - 0,035 W_n \quad \text{для } 21 \leq W_n \leq 30,0.$$

Значения модуля деформации E вычислялись по результатам экспериментальных исследований.

В ШЕСТОМ разделе отражена опытно-промышленная реализация результатов исследований. На основании результатов экспериментальных исследований разработан типоразмерный ряд крупнообъемных сплоченных единиц. Проведенные в 1983 году экспериментальные проплавы позволили рекомендовать данные конструкции к реализации в производственной практике. Экономическая эффективность от внедрения цилиндрической сплоченной единицы составила за 1984-1985 годы - 30,0 тыс.рублей, а для технологии сплоченных работ с учетом неравномерности длин поступающих пакетов, за навигацию 1985 года - 2,7 тыс.рублей. Расчетные экономические эффекты сплоченных работ с учетом дополнительных операций составили 0,22... 0,25 руб. на 1 м³ сплоченной древесины.

Здесь же приведена методика расчетов обоснования пара-

метров пакетов из хлыстов и технологии их изменения при сплотке крупнообъемных сплочочных единиц.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. В Восточной Сибири решение проблемы повышения эффективности лесосплава возможно путем использования единого транспортного пакета из хлыстов в качестве основного лесного груза, обоснование параметров которого обеспечит оптимальную взаимосвязь водного транспорта леса с автомобильным.

2. Проведенный структурный анализ технологии перевалочного процесса с учетом предложенной технологической оценки выявил границы эффективного применения дополнительных операций при изменении объема перегружаемого пакета.

3. На основе теоретического анализа и опытных данных получены значения коэффициентов полнодревесности крупнообъемных сплочочных единиц в зависимости от основных технологических факторов.

4. Установлено, что изменение соотношения поперечных габаритов сплочочного устройства и формы хлыстового пакета обеспечивает увеличение полнодревесности в диапазоне 2...15%.

5. Установленные теоретическим путем значения высот перегружаемых пакетов способом "за строп" и "дискретного деления" с достаточной степенью точности описывают процесс, что подтверждается натурными экспериментальными исследованиями.

6. Разработан комплекс регрессионных моделей, описывающих габариты хлыстового пакета в различных технологических ситуациях в зависимости от объема перегружаемых лесоматериалов, длины хлыстов и стропа.

7. В принятом диапазоне исследуемых факторов показана возможность применения теоретических положений механики грунтов к изучению на теоретико-эмпирическом уровне деформаций пакета из хлыстов от равномерно-распределенной нагрузки.

8. Разработана методика расчета технологических параметров крупнообъемных сплочочных единиц, учитывающая возможность оптимального изменения габаритов хлыстового пакета путем введения дополнительных сплочочных операций.

9. Внедрение результатов исследований в производственную практику позволит обеспечить повышение производительности труда на 20...50% и получить экономический эффект 0,22...0,25 рубля на 1 м³ сплоченной древесины. Использование некоторых положений методики на рейде сплотки Баргузинского ЛПХ позволило получить фактический эффект 32,7 тыс.рублей.

Основное содержание диссертации отражено в следующих работах:

1. Моделирование пакетов хлыстов / Научный поиск молодежи - лесной промышленности края: Тез.докл.научн.техн.конф. - Красноярск, 1983. - С.27-28.

2. Механизация перегрузки пакетов хлыстов. Тр. IV Всесоюз.науч.-техн.конф. (МЛТИ, апрель 1984 г. - М., 1984. - С.64-66 (соавторы Худонов В.Н. Рябоконт Ю.И.).

3. К вопросу о повышении эффективности сплава леса в хлыстовых плотах // Научный поиск молодежи - лесной промышленности края: Тез.докл.краев.научн.-техн.конф. - Красноярск, 1984. - С.38-38 (соавтор Рябоконт Ю.И.).

4. Управление перевалочным процессом на рейдах сплотки крупнообъемных сплоченных единиц // Совершенствование техники и технологии предприятий лесной промышленности и лесного хозяйства: Тез.докл. Всесоюз.совет., Архангельск, 18-19 июня 1985 г. - М., 1985. - С.23-25.

5. Совершенствование конструкции крупнообъемных сплоченных единиц из пакетов хлыстов // Лесоэксплуатация и лесосплав: Научн.-техн.реф.сб./ ВНИПИЭЛеспром. - 1985. - № 6. - С.12 (соавтор Ушаков А.Ф.).

6. Способ перегрузки пакетов хлыстов грейфером // Автоматизация и комплексная механизация процессов лесопромышленных предприятий: Сб.тр./ МЛТИ. - 1985. - № 172. - С.34-39 (соавторы Таубер Б.А., Найман В.С., Рябоконт Ю.И.).

7. Новое в технологии сплотки // Лесная промышленность. - 1986. - № 1. - С.18 (соавтор Ушаков А.Ф.).

8. Оценки полидревесности пакетов круглых лесоматериалов: Красноярск, 1986. - 8 с. / Рукопись деп. в ВНИПИЭЛеспром, № 1705-лб/.

9. Качественный анализ деформационных свойств хлыстовых сплоченных единиц. - Красноярск, 1986. - 11 с. (Рукопись деп.

в ВНИПИЭЛеспром, № 1799 лб) (соавторы Курочкин В.М.,
Болотов О.В.).

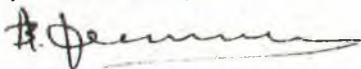
10. Взаимосвязь деформационных характеристик пакетов.-
Красноярск, 1986.- 8 с. (Рукопись деп. в ВНИПИЭЛеспром,
№ 1833 лб).

11. Исследование полндревесности крупнообъемных сплоти-
точных единиц. Тр./ЦНИИЛесосплава.- М.- М., 1987.- С.75-77
(соавтор Бабкин А.В.).

12. А.С.1194807 МКИ³В65 69/20. Способ сплотки сплоточ-
ных единиц. Оpubл. БИ № 44, 1985 г. (соавторы Найман В.С.,
Мутовин В.Н., Ушаков А.Ф.).

13. А.С.1230952 МКИ³В65 69/20. Способ сплотки пучков.
Оpubл. БИ № 19, 1986 г. (соавтор Мутовин А.Н.).

14. А.С.1232617 МКИ³В65 60/20. Сплоточная единица из
пакетов хлыстов. Оpubл. БИ № 19, 1986 г. (соавторы Худоно-
гов В.Н., Кудерко В.К., Ушаков А.Ф.).



ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЕДИНОГО ТРАНСПОРТНОГО
ПАКЕТА ИЗ ХЛЫСТОВ ДЛЯ СПЛОТКИ КРУПНООБЪЕМНЫХ
СПЛОТЧНЫХ ЕДИНИЦ

Александр Федорович Изаков

Подписано в печать 16.03.89. АТ 13189.

Формат 60x84 1/16. Печать офсетная. Усл.печ.л.1,17.

Усл. кр. - отт. 1,17. Уч.-изд. л. 1.

Тираж 100 экз. Заказ // 4 . Бесплатно.

Белорусский ордена Трудового Красного
Знамени технологический институт имени С.М.Кирова.
220630, Минск, Свердлова, 13а.

Отпечатано на ротопринтере Белорусского ордена
Трудового Красного Знамени технологического
института имени С.М.Кирова
220630, Минск, Свердлова, 13.