

630*3
С 90
Белорусский ордена Трудового Красного Знамени
технологический институт им. С.М.Кирова

На правах рукописи

СУРОВ Геннадий Яковлевич

630*348
ДИНАМИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПЛАВАЮЩЕГО ПУЧКА БРЕВЕН
С РЕЙДОВЫМИ СОРТИРОВОЧНО-ФОРМИРОВОЧНЫМИ МЕХАНИЗМАМИ

05.21.01. Технология и механизация лесного хозяйства
и лесозаготовок

А В Т О Р Е Ф Ф Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Минск
1981

Работа выполнена в Архангельском ордена Трудового Красного Знамени лесотехническом институте им. В.В.Куйбышева на кафедре водного транспорта леса и гидравлики

Научный руководитель — кандидат технических наук
профессор ЧЕКАЛКИН К.А.

Официальные оппоненты: доктор технических наук старший
научный сотрудник ПАТЯКИН В.И.,
кандидат технических наук
доцент КРАСНИК М.Г.

Ведущее предприятие — Северный научно-исследовательский
институт промышленности (СевНИИП)

Защита состоится "30" сентября 1981 г., в "10" часов на
заседании специализированного совета К.056.01.01 при Белорусском
технологическом институте им. С.М.Кирова (220630, Минск,
ул. Свердлова, 13 в, БТИ им. С.М.Кирова)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института

Автореферат разослан "15" июня 1981 г.

Ученый секретарь
специализированного совета

И.Э.РИХТЕР

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Директивами XXVI съезда КПСС предусмотрено повышение производительности труда в лесной промышленности на 16-18 %. Выполнение намеченного связано с развитием транспорта леса, одним из ведущих видов которого является лесосплав.

Важнейшим направлением развития водного транспорта леса является комплексная механизация рейдовых сортировочно-формировочных работ. Однако создание специализированных машин и механизмов сдерживается отсутствием методики определения расчетных величин. Разработка такой методики требует исследования динамического взаимодействия плавающего пучка бревен с рейдовыми сортировочно-формировочными механизмами.

Цель работы - разработка методики определения расчетных величин, необходимых для создания и эксплуатации рейдовых сортировочно-формировочных механизмов, динамически взаимодействующих с плавающим пучком бревен.

Метод исследования. При исследовании использовали теоретико-экспериментальный метод. Теоретически проанализировали динамическое взаимодействие плавающего пучка бревен с рейдовыми механизмами, рабочие органы которых выполнены в виде упругого (запорные стойки, захваты, толкатели) и плавающего неупругого (направляющие балки, ширмы) элементов. Полученные результаты использовали при экспериментальных исследованиях на моделях с проверкой в натурных и в производственных условиях. Опытные данные обрабатывали на вычислительной машине "Минск-32".

Научная новизна. На основании теорий удара, колебаний и положений теоретической и прикладной гидромеханики разработаны теоретические основы динамического взаимодействия плавающего пучка бревен с рейдовыми механизмами, рабочие органы которых выполнены в виде упругого и плавающего неупругого элементов.

Разработаны методы:

расчета механизма с плавающим неупругим элементом;
определения значения и закона изменения динамической нагрузки на упругий элемент механизма;

оценки влияния деформаций бревен пучка в зоне контакта с упругим элементом.

Установлены:

зависимости коэффициентов присоединенных масс от угловой частоты колебаний;

значения коэффициентов, учитывающих влияние общих деформаций пучка на процесс взаимодействия с упругим элементом механизма.

Практическая значимость. Найдены принципиально новые технические решения механизмов для выполнения таких операций, как остановка, выравнивание перекосов, сортировка плывущих пучков и формирование секций плотов.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований представлены в виде расчетных зависимостей, даны рекомендации по их использованию, разработаны методы расчета, позволяющие установить технические параметры рейдовых механизмов и усовершенствовать технологию работ.

Место проведения исследований. Экспериментальные исследования на моделях проводились в гидравлической лаборатории Архангельского лесотехнического института им. В.В.Куйбышева (АЛТИ), натурные – на сортировочно-формировочном рейде Боброво, а производственные наблюдения – на Усть-Пинежском рейде.

Обоснованность результатов исследований. Достоверность полученных результатов подтверждается совпадением данных аналитических и экспериментальных исследований, результатами статистической обработки материалов, производственными испытаниями и эксплуатацией новых механизмов.

Апробация работы. Основные положения диссертации были заслушаны и получили одобрение:

на ежегодных научно-технических конференциях в Архангельском лесотехническом институте им. В.В.Куйбышева (Архангельск, 1974-1980 гг.);

на IV, V и VI научно-технических конференциях молодых специалистов лесной промышленности в Центральном научно-исследовательском институте лесосплава (Ленинград, 1976, 1978, 1980 гг.).

Реализация работы. Результаты исследований использованы кафедрой водного транспорта леса и гидравлики АЛТИ при выполнении координационных планов научно-исследовательских работ Минлеспрома СССР за 1974-1977 гг. (№ гос.рег.тем 74049436, 75033976, 77027332).

Разработанные механизмы внедрены в производство на рейдах Усть-Пинега, Пенье, Пянда, Брин-Наволоок объединения "Двино-сплав". Фактический экономический эффект составил в 1980 г. 10 тыс.рублей в год. Ожидаемый экономический эффект при планируемом объеме внедрения только по объединению "Двиносплав" составит 100 тыс.рублей в год.

Публикация. Материалы диссертации опубликованы в 16 статьях и авторских свидетельствах.

Объем работы. Диссертация включает введение, 6 разделов, выводы, список литературы и 8 приложений. Текстовая часть работы изложена на 220 страницах, иллюстрирована 9 таблицами и 47 рисунками.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

I. Состояние вопроса и задачи исследования

Вопросам динамического взаимодействия плавающего пучка бревен с рейдовыми наплавными сооружениями и механизмами посвящены работы, выполненные Л.И.Пашевским, С.Я.Мучником, Г.Ф.Шульцем, К.А.Чекалкиным, Н.Н.Буториным, А.В.Бурлаковым.

Проведенных исследований недостаточно для разработки методики определения параметров сортировочно-формировочных механизмов. Поэтому для выявления параметров, оказывающих влияние на процесс динамического взаимодействия плавающего пучка бревен с сооружениями и механизмами, дополнительно проанализировали результаты исследований падения бревен и пучков на воду и на жесткое основание, соударения лесоматериалов с элементами машин. Также рассмотрели технические предложения АЛТИ, ЦНИИЛесосплав и других научно-исследовательских институтов по механизации сортировочно-формировочных работ. Выявили, что все механизмы снабжены рабочими органами, выполненными в виде упругого (запорные стойки, захваты, толкатели) или неупругого элементов (направляющие балки, ширмы).

В соответствии с целью исследований поставили следующие задачи:

1. Разработать теоретические основы динамического взаимодействия бревенного пучка с упругими и плавающими неупругими элементами рейдовых сортировочно-формировочных механизмов.
2. Разработать метод определения значения и характера изменения динамической нагрузки, действующей на упругий элемент механизма.
3. Раскрыть физическую сущность динамического взаимодействия плавающего пучка бревен с упругим элементом механизма.
4. Разработать методику исследования, обосновать выбор критериев моделирования и определить факторы, оказывающие влияние на процесс взаимодействия плавающего пучка бревен с упругим элементом механизма.
5. Применительно к условию динамического взаимодействия пучка бревен с плавающим неупругим элементом механизма разработать метод определения импульсного давления, действующего на шарнир крепления элемента, положения центра удара, скорости движения пучка и элемента в конце удара.
6. Получить закономерности изменения углового пути, скорости и ускорения плавающего неупругого элемента при совместном движении его с пучком и установить факторы, оказывающие влияние на процесс взаимодействия.
7. На основании результатов исследований найти технические решения, позволяющие механизировать рейдовые сортировочно-формировочные работы.
8. Достоверность полученных результатов исследований проверить в производственных условиях при испытании и эксплуатации новых сортировочно-формировочных механизмов.

2. Теоретические исследования динамического взаимодействия плавающего пучка бревен с механизмами

Для аналитического описания динамического взаимодействия плавающего пучка бревен с рейдовыми сортировочно-формировочными механизмами использовали теории удара и колебаний, положения теоретической и прикладной гидромеханики.

При исследовании взаимодействия пучка с рабочим органом механизма в виде упругого элемента рассмотрели взаимодействие твердого тела с упругой системой при отсутствии сопротивления

движению, а также твердого и деформируемого тел, плавающих на свободной поверхности жидкости. В качестве упругой системы, которая отображает массу и упругие свойства рабочих органов механизма, приняли комбинацию твердого тела массой m_0 и упругого элемента с коэффициентом жесткости C_0 .

Для описания взаимодействия плавающего на свободной поверхности жидкости твердого тела с упругой системой использовали известное дифференциальное уравнение

$$(m_{gr} + m_{дог} + m_0) \ddot{x} = -\lambda \ddot{x} - \kappa \dot{x} - C_0 x, \quad (1)$$

где m_{gr} , $m_{дог}$ — масса соответственно древесины тела и воды в его пустотах, участвующей в движении;

λ — присоединенная масса;

x — деформация упругой системы;

κ — коэффициент пропорциональности.

Известно решение данного уравнения при $\kappa < \rho$

$$x = \frac{v_1}{\rho} e^{-\eta t} \sin \rho t, \quad (2)$$

где η — коэффициент затухания движения;

ρ , ρ — угловая частота колебаний соответственно при наличии и при отсутствии сопротивления движению;

t — текущее время;

v_1 — начальная скорость взаимодействия,

$$v_1 = \frac{m}{m+m_0} v_0, \quad (3)$$

v_0 — скорость подхода тела;

m — действующая масса пучка,

$$m = m_{gr} + m_{дог} + \lambda. \quad (4)$$

Угловая частота колебаний,

$$\rho = \sqrt{\frac{C_0}{m+m_0}}. \quad (5)$$

При исследовании процесс взаимодействия разбили на две фазы продолжительностью t_1 , t_2 . В первой фазе скорость тела уменьшается от v_1 до нуля, а сила возрастает от нуля до максимального значения F_{max} ; во второй — скорость движения тела возрастает, а сила уменьшается до нуля.

Присоединенную массу выразили через безразмерный коэффициент:

$$\mu = \frac{\lambda}{m_p}, \quad (6)$$

где m_p — реальная масса пучка,

$$m_p = m_{gp} + m_{дог}. \quad (7)$$

Из условия $\dot{x} = 0$ при $t = t_1$ нашли:

$$\eta_n = \frac{\rho_{in}}{t_{g\rho_{in}} t_1}, \quad (8)$$

$$\eta_\delta = \frac{\rho_{is}}{t_{g(\kappa - \rho_{is})} t_2}. \quad (9)$$

Индексы n, δ имеют величины, характеризующие соответственно первую и вторую фазы взаимодействия.

Используя выражения (8), (9) и полученные из условия $x = x_{max}$ при $t = t_1$ выражения для определения η_n и η_δ , нашли:

$$\frac{\rho_{in} t_1}{t_{g\rho_{in}} t_1} + \eta_n \frac{x_{max} \rho_{in}}{V_1 \sin \rho_{in} t_1} = 0, \quad (10)$$

$$\frac{\kappa - \rho_{is} t_2}{t_{g(\kappa - \rho_{is})} t_2} + \eta_\delta \frac{x_{max} \rho_{is}}{V_1 \sin(\kappa - \rho_{is} t_2)} = 0, \quad (11)$$

где x_{max} — максимальная деформация упругой системы.

Полученные выражения позволяют при известных значениях t_1, t_2, x_{max} и V_1 определить коэффициент затухания η и массу тела в первую и во вторую фазы взаимодействия.

Схематизировав пучок в виде эллиптического цилиндра, получили выражение для определения максимального значения m_p :

$$m_p = \frac{m_{gp}}{\zeta}, \quad (12)$$

где ζ — коэффициент полноревесности пучка.

При исследовании взаимодействия деформируемого тела (пучка) с упругой системой получили:

$$F_{max} = \sqrt{cm'} v + R, \quad (13)$$

где c — коэффициент приведенной жесткости,

$$c = K_c C_e; \quad (14)$$

m' — действующая расчетная масса,

$$m' = m_0 + \alpha m_n; \quad (15)$$

V — начальная скорость движения массы m' относительно механизма,

$$V = \sqrt{\frac{m_0 V_0^2 - F_{max} x_k}{m_n}}. \quad (16)$$

R - максимальная сила влечения пучка потоком;

x_k - максимальное перемещение механизма.

Для определения коэффициентов K_c , α , учитывающих влияние общих деформаций пучка на процесс взаимодействия, получили формулы:

$$K_c = \frac{x(F_{max} - R)}{2t_1 c_0} \sqrt{\frac{m_n}{m_n v_0^2 - F_{max} x_k}}, \quad (I7)$$

$$\alpha = \frac{2(F_{max} - R)t_1}{x \sqrt{m_n(m_n v_0^2 - F_{max} x_k)}} - \frac{m_c}{m_n}. \quad (I8)$$

Сила взаимодействия пучка с механизмом:
в первой фазе

$$F = F_{max} \sin \rho_n t; \quad (I9)$$

во второй фазе (при $n = \rho$)

$$F = e^{-\delta(t-t_1)}(F_{max} - R)[n(t-t_1) + 1] + R. \quad (20)$$

В данных выражениях коэффициент затухания γ характеризует влияние сопротивления движению пучка в воде и общих деформаций его на процесс взаимодействия, а угловая частота колебаний ρ определяется при действующей массе пучка m_p .

Исследование динамического взаимодействия пучка бревен с плавающим неупругим элементом механизма проводили применительно к устройству для сортировки пучков бревен. Это устройство представляет собой плавающий направляющий элемент, который шарнирно прикреплен к откосному бону напротив сортировочного дворика устройства с фигурными сортировочными плитками. На нижнем по течению конце элемента закреплен потокообразователь, струя которого направлена в сторону откосного бона. При включении потокообразователя элемент поворачивается и продвигает пучок в сортировочный дворик.

При исследовании использовали уравнения изменения количества и момента количества движения. В результате получили выражения для определения угловой скорости в конце удара

$$\dot{\varphi} = \frac{m\ell(1 + K_0)}{J_1 + J_2 + m\ell^2} v_n \quad (2I)$$

и импульсного давления, действующего на шарнир крепления элемента,

$$S_0 = \frac{\gamma_1 + \gamma_3 - (m_1 \ell_1 + m_3 \frac{\ell_3}{2}) \ell}{\gamma_1 + \gamma_3 + m_2 \ell^2 \frac{z^2}{z^2 + \varepsilon^2} m_2} \frac{z^2}{z^2 + \varepsilon^2} (1 + K_0) V_n, \quad (22)$$

где m_1, m_2, m_3 - действующая масса соответственно потокообразователя, пучка и элемента;

ℓ, ℓ_1 - расстояние от оси шарнира соответственно до точки приложения ударного импульса и до продольной оси потокообразователя;

ℓ_3 - длина направляющего элемента;

γ_1, γ_3 - момент инерции соответственно потокообразователя и элемента относительно вертикальной оси, проходящей через шарнир крепления,

$$\gamma_1 = m_1 \ell_1^2; \quad \gamma_3 = m_3 \frac{\ell_3^2}{3};$$

z - радиус инерции пучка;

ε - расстояние по нормали от центра масс пучка до направления действия ударного импульса;

K_0 - коэффициент восстановления;

V_n - нормальная составляющая скорости движения центра масс пучка.

Определили, что центр удара расположен от шарнира крепления на расстоянии

$$\ell = \frac{\gamma_1 + \gamma_3}{m_1 \ell_1 + m_3 \frac{\ell_3}{2}}. \quad (23)$$

Решения дифференциального уравнения совместного движения элемента с пучком позволили определить угловой путь, скорость и ускорение элемента в зависимости от конструктивных особенностей элемента, скорости течения, габаритных размеров, объема древесины и положения пучка.

3. Экспериментальные исследования на моделях

При проведении модельных исследований динамического взаимодействия пучка с упругой системой прежде всего проанализировали возможные методы моделирования и обосновали выбор критериев подобия.

Экспериментально установили, что деформации бревен пучка в зоне контакта с механизмом не оказывают существенного влияния на процесс взаимодействия. Поэтому гидродинамическое воздействие жидкости на пучок моделировали по критерию Фруда

$(0,035+0,215)$ в автомоделной области чисел Рейнольдса $(0,73 \cdot 10^4 + 8,66 \cdot 10^4)$.

Исследования проводили на моделях масштабов 1:10 и 1:20 (основные), а также 1:30. При этом изменяли соотношение осей пучка от 1,35 до 2,80, а коэффициент жесткости упругой системы в пересчете на натуру от $1,2 \cdot 10^5$ до $4,0 \cdot 10^6$ Н/м. Всего проделали 59 серий опытов.

Результаты опытов с моделью пучка и с эллиптическим цилиндром тех же размеров показали, что для определения реальной массы пучка справедливо полученное выражение (12).

В результате исследований установили, что коэффициенты присоединенных масс μ_n, μ_δ при скорости подхода пучка $(0 + 1,0)$ м/с для натуральных условий практически не зависят от нее, а возрастают с ростом отношения T/δ (осадки к ширине пучка). Полученные результаты согласуются с выводами гидромеханики.

При обработке опытных данных выявили зависимость коэффициентов μ_n, μ_δ от угловой частоты колебаний. Опытные кривые аппроксимировали в пересчете на натуру уравнениями:

$$\mu_n = 0,023 + \frac{0,805}{\rho_n}; \quad (24)$$

$$\mu_\delta = 0,310 + \frac{1,323}{\rho_\delta}. \quad (25)$$

Кроме того, при исследовании на моделях установили, что общие деформации пучка оказывают существенное влияние на значение и продолжительность силы взаимодействия. Полученные результаты использовали при подготовке и проведении натурального эксперимента.

4. Экспериментальные исследования в натуральных условиях

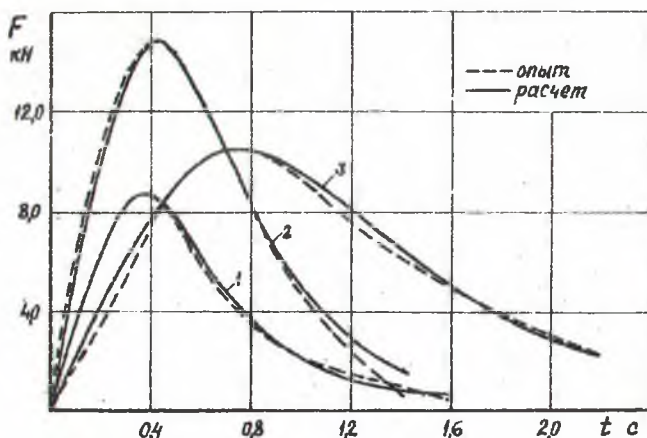
При проведении натуральных исследований в качестве механизма с рабочим органом в виде упругого элемента использовали устройство для остановки плывущих пучков. Условия проведения опытов были следующие: скорость движения пучка $(0,1+0,7)$ м/с; коэффициент жесткости рабочих органов (запорные стойки) $(250+600)$ кН/м; соотношение осей пучка $2,0+3,1$; объем древесины пучка $(10,5+30,3)$ м³. Всего проделали 133 опыта.

В результате обработки опытных данных получили значения коэффициентов: для пучков из еловых бревен $\kappa_c = 0,328$, $\alpha = 0,517$; для пучков из сосновых бревен $\kappa_c = 0,203$, $\alpha = 0,436$.

Коэффициент вариации этих величин колеблется в пределах (25+30) %, а показатель точности (3,5+5,0) %.

При обработке натуральных опытов, кроме коэффициентов κ_c и α , получили опытные зависимости $F = f(t)$, которые в качестве примера представлены на рисунке для условий: 1 - объем древесины пучка $W = 10,5 \text{ м}^3$; $\eta_c = 0,32 \text{ м/с}$; $c_0 = 425 \text{ кН/м}$; 2 - $W = 10,5 \text{ м}^3$; $\eta_c = 0,51 \text{ м/с}$; $c_0 = 283 \text{ кН/м}$; 3 - $W = 30,3 \text{ м}^3$; $\eta_c = 0,31 \text{ м/с}$; $c_0 = 348 \text{ кН/м}$.

Как показали опыты, сила взаимодействия во второй фазе удара теряет колебательный характер. Она асимптотически уменьшается, что соответствует условию равенства коэффициента затухания и угловой частоты колебаний.



Исследование динамического взаимодействия пучка бревен с плавающим неупругим элементом механизма провели в период производственных испытаний устройства для сортировки пучков.* В результате хронометражных наблюдений получили значения продолжительности разворота элемента при различных значениях объема древесины пучка.

* Разработку конструкции, производственные испытания и внедрение устройства в производство осуществляли под руководством проф. К.А. Чекалкина Е.В. Хазов, В.А. Барabanов и Г.Я. Суров.

5. Практическое применение результатов исследований

При прочностных расчетах механизмов, имеющих рабочие органы в виде упругого элемента, следует принимать максимальные значения коэффициентов $\kappa_c = 0,328$ и $\alpha = 0,517$. При технологических расчетах определяют максимальную продолжительность динамического взаимодействия пучка с механизмом. Это необходимо для установления минимально допустимого интервала движения пучков с тем, чтобы исключить наложение ударных импульсов на механизм. При этом следует принимать минимальные значения коэффициентов $\kappa_c = 0,203$ и $\alpha = 0,436$.

Порядок нахождения величины и продолжительности действия динамической нагрузки следующий.

Сначала из выражения (12) определяют m_p , затем, приняв из выражения (24) минимальное значение коэффициента присоединенной массы в первой фазе удара $\mu_n = 0,023$, находят в первом приближении m_n . При этом используют выражения (4), (6), (7).

Далее при известных коэффициентах κ_c и α определяют ρ , используя при этом выражения (5), (14), (15). После этого из выражения (24) уточняют коэффициент μ_n , расчет по определению угловой частоты колебаний ρ_n в первой фазе повторяют до нахождения этой величины с заданной точностью. Затем по известным формулам определяют значение силы влечения пучка потоком R . Приняв $\gamma = \gamma_0$, из выражения (13) определяют в первом приближении значение максимальной силы удара F_{max} . Далее из выражения (16) уточняют γ , расчет по определению F_{max} повторяют до нахождения этой величины с заданной точностью.

Значение силы взаимодействия в интервале времени от нуля до t , находят из выражения (19), а при $t \gg t_c$ - из выражения (20). При этом коэффициент затухания η равен угловой частоте колебаний во второй фазе удара ρ , порядок определения которой аналогичен изложенному при нахождении ρ с той лишь разницей, что при определении действующей массы пучка m_c следует принимать значения коэффициента μ_c .

Продолжительность взаимодействия находят методом итерации из уравнения (20) при условии, что сила взаимодействия во второй фазе достигнет определенного уровня, например $0,1 F_{max}$.

Достоверность предложенного метода расчета проверяли на 45 натурных опытах. При этом средний квадратичный критерий Δ ,

вычисленный по формуле В.С.Целлинец, изменялся от 0,006 до 0,029. Это указывает на удовлетворительное совпадение расчетных кривых с опытными (см. рисунок).

Сущность практических расчетов механизмов, имеющих рабочие органы в виде плавающего неупругого элемента, состоит в определении продолжительности взаимодействия пучка с элементом. Эта величина необходима для установления минимально допустимого интервала движения пучков. Кроме того, при прочностных расчетах определяют положение центра удара с тем, чтобы исключить динамические нагрузки на шарнир крепления элемента.

В диссертации приведены результаты 50 вариантов расчета взаимодействия пучка с плавающим элементом. Расчеты показали, что полученные аналитические зависимости удовлетворительно отображают данные хронометражных наблюдений в производственных условиях ($\lambda_{\varphi} = 0,089$).

6. Экономическое обоснование применения сортировочно-формирующих механизмов

Экономические расчеты сделаны для рейда с навигационным объемом работ 1,4 млн. м³ при внедрении в производство четырех устройств для остановки плывущих пучков и двенадцати устройств для отсортировки пучков. Расчеты показали, что при освоении изобретений в течение двух лет годовой экономический эффект составит 11,7 тыс. рублей, а срок окупаемости – 0,5 года.

ВЫВОДЫ

Теоретические и экспериментальные исследования динамического взаимодействия плавающего пучка бревен с рейдовыми сортировочно-формирующими механизмами позволили получить следующие результаты:

1. На основании теорий удара, колебаний и положений теоретической и прикладной гидромеханики разработаны теоретические основы динамического взаимодействия бревенного пучка с упругим (запорные стойки, захваты, толкатели) и плавающим неупругим (направляющие балки, ширмы) элементами механизмов.

2. По результатам аналитических и экспериментальных исследований разработан метод определения значения и характера изменения динамической нагрузки по времени в зависимости от массы и

жесткости упругого элемента механизма, массы скорости подхода и деформаций пучка, массы воды в его пустотах, гидродинамического влияния жидкости.

3. На основе исследования влияния перечисленных выше факторов раскрыта физическая сущность динамического взаимодействия плавающего пучка бревен с упругим элементом механизма.

4. Экспериментально обоснован выбор критериев моделирования и установлена практическая приемлемость теоретических решений, диапазон их применимости на практике.

5. Аналитически и экспериментально установлено:

деформации бревен пучка в зоне контакта с упругим элементом механизма практически не оказывают влияния на процесс взаимодействия;

масса древесины пучка в совокупности с массой воды в его пустотах образуют реальную массу, величина которой равна массе древесины, деленной на коэффициент полнодревесности пучка.

6. Экспериментально получены:

значения коэффициента затухания движения;

зависимости для определения коэффициентов присоединенных масс;

значения коэффициентов, учитывающих влияние общих деформаций на процесс взаимодействия с механизмом, для пучков из еловых и сосновых бревен.

7. Применительно к условию динамического взаимодействия пучка бревен с плавающим неупругим элементом механизма получены:

аналитические выражения для определения импульсивного давления, действующего на шарнир крепления элемента, положения центра удара, скорости движения пучка и элемента в конце удара;

закономерности изменения углового пути, скорости и ускорения элемента при совместном движении его с пучком в зависимости от конструктивных особенностей элемента, скорости течения, габаритных размеров, объема древесины и положения пучка.

8. Результаты исследований использованы при разработке механизмов, производственные испытания и эксплуатация которых подтвердили достоверность выводов и рекомендаций.

9. Создана основа для расширения исследований динамического взаимодействия группы плавающих пучков бревен с рейдовыми сортировочно-формирующими механизмами.

По материалам диссертации опубликованы следующие работы:

1. С у р о в Г.Я. Экспериментальная установка для исследования удара пучка бревен о наплавные сооружения. - В кн.: Тезисы докладов к научно-технической конференции аспирантов и молодых ученых АЛТИ по итогам научно-исследовательских работ за 1974 год. Архангельск, 1974, с. 12.
2. С у р о в Г.Я. Исследование динамического взаимодействия плавающего пучка бревен с наплавными сооружениями. - В кн.: Новое в технике и технологии лесосплава. Л., ЛДНП, 1976, с. 78-79.
3. С у р о в Г.Я. Результаты исследования влияния силы упругости древесины на величину силы удара пучка бревен о наплавные сооружения. - В кн.: Межвузовский сб. научных трудов по технологии и комплексной механизации лесозаготовительных работ. Вып. 4. Красноярск, СибТИ, 1976, с. 134-140.
4. С у р о в Г.Я. Присоединенные массы плавающего пучка бревен при его ударе о сооружение. - Изв. высш. учеб. заведений. Лесной журнал, 1977, № 2, с. 69-73.
5. С у р о в Г.Я. О влиянии массы воды в пустотах пучка бревен на величину силы удара. - В кн.: Водный транспорт леса: Межвузовский сб. науч. трудов. Вып. 5. Красноярск, СибТИ, 1977, с. 15-21.
6. Б а р а б а н о в В.А., С у р о в Г.Я., Х а з о в Е.В. Потокообразователи на сортировке пучков на Усть-Пинежском рейде. - Реф. инф. ЦНИИТЭИ Леспром. Лесозекспл. и лесосплав, 1977, № 31, с. 5-7.
7. С у р о в Г.Я. Результаты натурных исследований удара плывущего пучка бревен о сооружение. - Изв. высш. учеб. заведений. Лесной журнал, 1978, № 3, с. 48-52.
8. С у р о в Г.Я. Метод расчета устройства для сортировки пучков бревен на воде. - Изв. высш. учеб. заведений. Лесной журнал, 1978, № 6, с. 64-69.
9. С у р о в Г.Я. Метод расчета устройства для остановки плывущих пучков бревен. - Изв. высш. учеб. заведений. Лесной журнал, 1979, № 5, с. 47-52.
10. С у р о в Г.Я. Исследование устройства для сортировки пучков. - В кн.: Тезисы докладов к научно-технической конференции, посвященной 50-летию АЛТИ. Архангельск, 1979, с. 49.

Авторские свидетельства на изобретения

1.А.с.543598(СССР).Механизм для выравнивания перекосов плывущих пучков бревен/АЛТИ;Авт.изобрет.К.А.Чекалкин,Е.В.Хазов,В.А.Барабанов,Г.Я.Суров.-Заявл.01.12.75.№ 2194306/II; Оpubл. в Б.И., 1977, № 3, с. 59.

2.А.с.569515(СССР).Устройство для остановки плывущих пучков бревен на сплавных рейдах/АЛТИ;Авт.изобрет.Г.Я.Суров,К.А.Чекалкин.-Заявл.27.04.76.№2353897/II;Оpubл.в Б.И.,1977,№ 31, с. 53.

3.А.с.606799(СССР).Устройство для перемещения плывущих пучков бревен/АЛТИ;Авт.изобрет.К.А.Чекалкин,Е.В.Хазов,В.А.Барабанов,Г.Я.Суров.-Заявл.01.12.75.№2194307/II;Оpubл.в Б.И.,1978, № 18, с. 59.

4.А.с.624850(СССР).Устройство для сортировки пучков бревен на воде/АЛТИ;Авт.изобрет.К.А.Чекалкин,Е.В.Хазов,В.А.Барабанов,Г.Я.Суров.-Заявл.28.03.77.№2467197/27-II;Оpubл.в Б.И.,1978, № 35, с. 60.

5.А.с.689919(СССР).Устройство для сортировки пучков бревен, перемещающихся по водной поверхности реки/АЛТИ;Авт.изобрет.Г.Я.Суров,К.А.Чекалкин,В.А.Барабанов,Е.В.Хазов.-Заявл.18.07.77. № 2508185/27-II;Оpubл.в Б.И., 1979, № 37, с. 70.

6.А.с.787320(СССР).Устройство для перемещения пучков при формировании плотов/АЛТИ;Авт.изобрет.К.А.Чекалкин,Е.В.Хазов,В.А.Барабанов,Г.Я.Суров.-Заявл.06.02.79.№ 2723308/27-II;Оpubл.в Б.И., 1980, № 46, с. 79.

Техн. редактор Л. П. КОСТРОВА

Корректор Л. Н. ГЕРОЕВА

Сдано в произв. 28.05.81. Подписано в печать 01.06.81. Сл 02524

Формат 60x84/16. Бумага писчая. Усл. печ. л. 0,93.

Уч.-изд. л. 1,00. Тираж 100 экз. Заказ № 345. Бесплатно.

Редакционно-издательский отдел АЛТИ

Отпечатано на ротапринтере АЛТИ.

Архангельск, 7, набережная им. В. И. Ленина, 17