

630X3

Б 91

БЕЛОРУССКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им.С.М.КИРОВА

На правах рукописи

630X378,2

БУРМЕЙСТЕР ОЛЕГ СЕРГЕЕВИЧ

ТЕХНОЛОГИЯ СПЛОТКИ ЛЕСА МАШИНАМИ КАТАМАРАННОГО ТИПА
С ГИБКИМИ ПОПЕРЕЧНЫМИ СВЯЗЯМИ ПРИ НАЛИЧИИ ВОЛНЕНИЯ

05.21.01 - "Технология и механизация лесного
хозяйства и лесозаготовок"

А В Т О Р Е Ф В Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Минск - 1981

БИБЛИОТЕКА БТИ
им. С. М. Кирова

6056 ар.

Работа выполнена в Белорусском ордена Трудового Красного Знамени технологическом институте им.С.М.Кирова на кафедре водного транспорта леса и гидравлики.

- Научный руководитель - заслуженный деятель науки и техники БССР, член-корреспондент АН БССР, доктор технических наук, профессор С.Х.БУДЬКА
- Официальные оппоненты - доктор технических наук, профессор Ю.А.ДМИТРИЕВ
- кандидат технических наук, доцент И.В.ТУРЛАЙ
- Ведущее предприятие - Всесоюзное лесопромышленное объединение "Кировлеспром"

Защита состоится "17" июня 1981 г. в 10 час. на заседании специализированного Совета К.056.01.01 по присуждению ученой степени кандидата наук в Белорусском ордена Трудового Красного Знамени технологическом институте им. С.М.Кирова.

220630, Минск, ул.Свердлова, 13-а, БТИ им.С.М.Кирова.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Автореферат разослан "15" мая 1981 г.

Ученый секретарь специализированного
С о в е т а

И.Э.РИХТЕР

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ. Проектом ЦК КПСС к XXVI съезду партии "Основные направления экономического и социального развития СССР на 1981-1985 годы и на период до 1990 года" предусмотрено увеличить объем продукции в лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности на 17-19% и повысить производительность труда на 16-18%, повышая эффективность производства и качество работы во имя дальнейшего роста экономики и народного благосостояния.

На развитие лесосплава, особенно в последние годы, оказывают большое влияние факторы охраны природы и содержание в чистоте водоемов, а также требования рыбного хозяйства.

Стоит задача существенно расширить использование лиственной древесины в качестве сырья для целлюлозно-бумажной промышленности и химико-механической переработки, которая в настоящее время в больших объемах оставляется на корню по причине отсутствия рациональных методов сплава и способов доставки их водными путями.

Всемерно развивая береговую сплотку древесины в пучки, из которых формируются плоты, доставляемые потребителям в ранневесенний период с использованием высоких горизонтов воды, нами предложено вслед за такими плотами организовать сплав в микропучковых, двухрядных и однорядных плотях плоской сплотки, осуществляемой машинами катамаранного типа с гибкими поперечными связями между плавучими основаниями. Это дает возможность транспортировать хвойную и лиственную древесину потребителю в течение навигации с сохранением ее качества, увеличить использование лиственных пород древесины, улучшить условия и культуру труда и существенно повысить его производительность.

Созданная в 1969 году, сплотовая машина катамаранного типа с гибкими поперечными связями (БТИ-2В), хотя и решала задачи механизации сплотки древесины, но не отвечала полностью предъявляемым требованиям, так как конструкторские решения выполнялись без достаточных теоретических и экспериментальных исследований. Ее эксплуатация показала, что необходимы исследования по вопросам технологии сплотки на волнении, плавучести и остойчивости, качки машины от волн, об-

БТИ
им. С. М. Кирова

разованной проходящими судами, буксировки ее по рекам и водохранилищам при перебазировке и работы обслуживающего персонала.

Возникла необходимость в разработке теории, которая бы служила основой для создания новых, более совершенных машин такого типа. Это и придает разрабатываемой теме большую актуальность в связи с тем, что нерешенные вопросы представляют определенный интерес для науки и практики.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ. Основная цель заключается в обосновании технологии сплотки машинами катамаранного типа с гибкими поперечными связями между плавучими основаниями и методики расчета основных эксплуатационных характеристик на волнении.

Решение этих вопросов явилось основанием для создания первой машины и выпуска установочной серии ее под государственным индексом ЛР-124, служащей для осуществления микропучковой, двухрядной и однорядной плоской сплотки древесины хвойных и лиственных пород в линейки плота на первоначальных водных путях и временно судоходных реках.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ. Разработка темы проводилась путем теоретических, экспериментальных и полевых исследований, заключающихся в анализе работы машин катамаранного типа и технологии сплотки на волнении. Для получения основных результатов влияния волнения на технологию сплотки и на параметры работы машин были использованы модели катамаранного типа с гибкими поперечными связями, исследования которых проводились в гидротехнической лаборатории БТИ им.С.М.Кирова. Полученные результаты исследований проверялись и уточнялись в натуральных условиях при работе машин в технологических потоках рейдов. В результате этого были разработаны рекомендации по совершенствованию технологии и самих машин, а также проведена технико-экономическая оценка результатов исследований.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА. Обоснованы вопросы новой технологии плоской механизированной сплотки, разработаны машины катамаранного типа для этой цели, позволяющие быстро менять расстояния между плавучими основаниями, что весьма важно при выполнении технологии работ, предусматривающей сплотку древесины разной длины.

Рассмотрено поведение катамарана с гибкими связями на волнении. Разработана методика определения присоединенных

моментов инерции масс воды и показана их связь с клиренсом. Выявлена также связь моментов демпфирующих сил и других параметров катамарана в зависимости от клиренса. Установлены параметры качки, позволившие определить нагрузки на основные элементы машины. Рассмотрены вопросы влияния качки машин на условия работы обслуживающего персонала.

Новизна конструкции сплотовых машин катамаранного типа с гибкими связями защищена тремя авторскими свидетельствами.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ. Применение сплотовых машин катамаранного типа с гибкими связями (ЛР-124) открывает возможность проведения оплотки древесины хвойных и лиственных пород на воде с доставкой потребителям высокосортного сырья в течение навигации. Проведенное исследование позволяет осуществлять плотовой сплав плоской сплотки на первоначальных водных путях и на временно судоходных реках, а также заменить молевой сплав плотовым с учетом требований законов об охране природы и окружающей среды.

Практическую ценность выполненного исследования подтверждают результаты эксплуатации сплотовых машин катамаранного типа с гибкими поперечными связями между плавучими основаниями.

Годовая экономическая эффективность от внедрения одной машины ЛР-124 составляет 35,98 тыс.рублей.

АПРОБАЦИЯ И ПУБЛИКАЦИИ РАБОТЫ. Основные результаты исследований доложены на научно-технических конференциях по итогам научно-исследовательских работ БТИ им.С.М.Кирова в 1973-1980 гг., на XXV научно-технической конференции Белорусского ордена Трудового Красного Знамени политехнического института по итогам научно-исследовательских работ в 1979г., на техническом Совете объединения "Вятлесосплав" в 1979г.; опубликован ряд статей, получены три авторские свидетельства. Результаты работы внедрены в объединении "Вятлесосплав".

ОБЪЕМ РАБОТЫ. Диссертация представлена на 292 страницах машинописного текста с 10 таблицами, 33 рисунками и 19 приложениями. Она состоит из шести разделов, основных выводов и рекомендаций. Список литературы содержит 102 наименования.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В ПЕРВОМ РАЗДЕЛЕ (введение) даны, в увязке с главным направлением развития водного транспорта леса, предложения по применению плотового сплава механизированной плоской сплотки на первоначальных водных путях и временно судоходных реках и замене молевого сплава плотовым; сформулирован целый ряд новых актуальных задач с указанием цели их выполнения и обоснована тема исследования.

ВО ВТОРОМ РАЗДЕЛЕ, наряду с описанием истории создания сплоточных машин, их конструкции, технических характеристик, эксплуатации, приводятся разработанные основные положения технологического процесса сплотки древесины на тихой воде и в связи с этим дается методика исследований.

Рассматриваемые машины производят сплотку древесины хвойных и лиственных пород на воде в плоские линейки плота длиной 20-200 м, которые транспортируются самостоятельно или в составе плота. Для выполнения технологических операций по сплотке древесины машины устанавливаются в конце коллекторного коридора сортировочной сетки на прямолинейном участке реки со скоростями течения, не превышающими 0,3-0,5 м/с. При больших скоростях течения предусматривается установка гасителей, а при малых скоростях - ускорителей.

Машину обслуживает бригада из 4-5 рабочих и I оператора. После установки поперечной щети бревен в коллекторном коридоре, перед началом работы машины, заправляются ромжины или канаты и продвигаются за серповидные упоры машины. Процесс сплотки состоит из захвата бревен подающим механизмом и привязки их к ромжинам или канату вяжущим механизмом, создавая при этом линейку плота.

Для создания технологического процесса сплотки на волнении дальнейшая методика исследований предусматривала анализ существующей теории качки судов и, в частности катамаранов, влияния качки на работоспособность машин.

В ТРЕТЬЕМ РАЗДЕЛЕ представлена технология сплотки и работа машины на волнении. Проведенный анализ работы машины позволил осуществить ряд усовершенствований элементов ее и плавучего основания. В результате этого уменьшилась масса машины до 23,4 т, по сравнению с массой машины до реконструкции, равной 42,0 т.

Усовершенствования подающего и подтапливающего механизмов позволили увеличить производительность машины на 40-45% и улучшить качество сплотки. Были также усовершенствованы узлы крепления тормоза и поплавков, что облегчило технологию подачи бревен в машину, а также отделение линеек плота от машины. Крепления машины к наплавным сооружениям влияли на технологию сплотки древесины. Была предложена схема крепления машины, позволяющая производить сплотку древесины на волнении.

Показано, что реконструированная сплотовая машина позволяет производить все технологические операции по сплотке древесины на волнении. Для этого потребовалось произвести ряд теоретических исследований.

ЧЕТВЕРТЫЙ РАЗДЕЛ посвящен теоретическому исследованию по определению основных характеристик бортовой качки машин катмаранного типа с гибкими поперечными связями.

Проведенный анализ основных работ по качке судов показал, что в основу наших исследований необходимо положить общезвестное дифференциальное уравнение качки.

$$J_{xx} (1 + \lambda_{\theta}) \frac{d^2 \theta}{dt^2} + N_{\theta} \frac{d\theta}{dt} + D h_{\theta} \theta = \\ = D h_{\theta} \chi_k \chi_n \frac{\sigma^2 z}{g} \sin(\sigma t + \varepsilon_m),$$

(4.12)^{x/}

где $J_{xx}, \lambda_{\theta} = \frac{J_{\theta}}{J_{xx}}$ - момент инерции массы судна относительно продольной центральной оси и безразмерное значение присоединенного момента инерции массы жидкости (в долях J_{xx}) ;

N_{θ} - коэффициент пропорциональности в выражении момента демпфирующих сил;

D, h_{θ}, θ - водоизмещение, поперечная метацентрическая высота, угол крена судна;

χ_k, χ_n - редуцированные коэффициенты, учитывающие влияние конечных значений ширины и осадки (B, T), влияние характеристик нагрузки и остойчивости судна на амплитуду возмущающего момента (A_m);

σ - частота;

x/ Нумерация формул взята из диссертационной работы.

ξ_m - сдвиг фазы возмущающего момента относительно набегающих на борт зуда волн и имеющих синусоидальный профиль с амплитудой $Z = \frac{1}{2} h$.

Изучение плавучести показало способность машин сохранять остойчивое положение равновесия при вертикальных и угловых перемещениях. Для этого были рассмотрены условия равновесия машины. Первое условие вытекает из основного уравнения плавучести, т.е.

$$P_g = \gamma V = D, \quad (4.13)$$

где P_g - результирующая сила тяжести;
 V - объем погруженной части машины;
 γ - удельный вес воды.

Вторым условием равновесия явилось расположение центра тяжести G и центра величины C на одной вертикали.

Значения величин метацентрических высот определялись по зависимости

$$h_0 = Z_k + (Z_c - Z_g), \quad (4.22)$$

где Z_k - поперечный метацентрический радиус, $Z_k = \frac{J_{kX}}{V_k}$;
 J_{kX} - центральный момент инерции площади ватерлинии относительно продольной оси;
 Z_c - ордината центра величины;
 Z_g - ордината центра тяжести.

Машина ЛР-124 обладает более высокой остойчивостью и плавучестью, менее подвержена бортовой качке, чем машина БТИ-2В.

Машина, колеблющаяся на волнах, является динамической системой, на вход которой подается случайный процесс изменения во времени волновых ординат. Параметры качки рассматривались как выходные случайные процессы, а поэтому расчет вероятностных характеристик качки по заданным характеристикам волнения выполнялся на основании теоремы А.Я.Хинчина

$$S_\theta(\beta) = |\Phi_\theta(\beta)|^2 S_z(\beta), \quad (4.27)$$

где $S_\theta(\beta)$ - спектральная плотность процесса нерегулярной бортовой качки машин (выходной процесс);
 $\Phi_\theta(\beta)$ - модуль передаточной функции машины, или амплитудно-частотная характеристика системы;
 $S_z(\beta)$ - спектральная плотность волновых ординат (входной процесс).

Решение дифференциального уравнения (4.12) позволило найти модуль передаточной функции, показанный на рис.1.

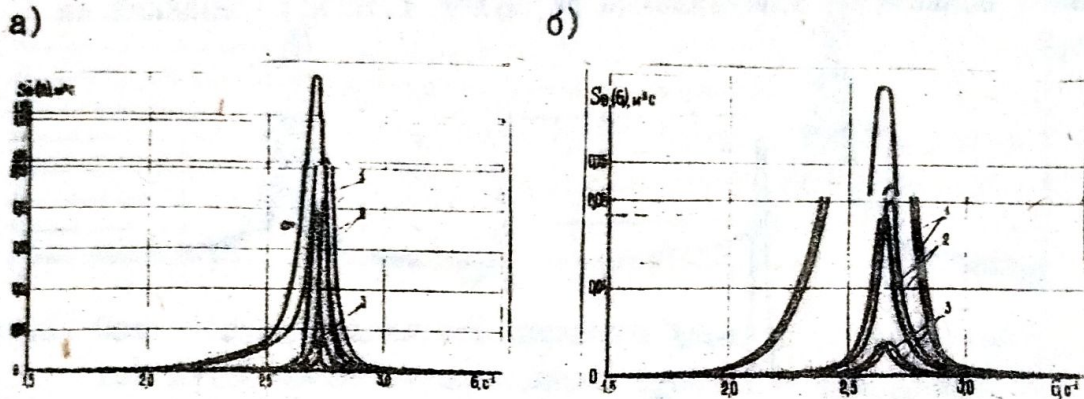


Рис.1. Модуль передаточной функции (амплитудно-частотная характеристика) сплочных машин катамаранного типа: а - сплочная машина БТИ-2В; б - сплочная машина ЛР-124; 1 - расстояние между понтонами, $d = 3,0$ м; 2 - расстояние между понтонами, $d = 4,0$ м; 3 - расстояние между понтонами, $d = 5,0$ м; 4 - расстояние между понтонами, $d = 6,0$ м.

Частота собственных колебаний машины определялась по зависимости

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{Dh_0}{J_{xx} + \lambda_{44}}} \quad (4.39)$$

где J_{xx} - момент инерции массы машины относительно продольной центральной оси, вычислялся по известным формулам;

λ_{44} - присоединенный момент инерции масс катамарана, значение которого определено экспериментальным путем и приведено в разделе 5.

Для машин получены зависимости момента инерции массы от клиренса, выражающиеся следующими формулами:

машина БТИ-2В

$$J_{xx} = 18,57 d^{0,67}; \quad J_m = 204,50 d^{2,07},$$

где d - клиренс, м;

J_m - момент инерции массы машин относительно оси, проходящей через метациентр, тм^2 .

машина ЛР-124

$$J_{xx} = 9,43 d^{2,99} ; J_m = 61,77 d^{2,45}$$

При определении спектральной плотности волновых ординат принято допущение, что энергетический спектр ветрового волнения в водоемах с ограниченными размерами будет таким же, как и энергетический спектр, образованный проходящими судами. Этому допущению отвечает типичный спектр двумерного ветрового волнения, определяемый формулой 4.45 и показанный на рис.2.

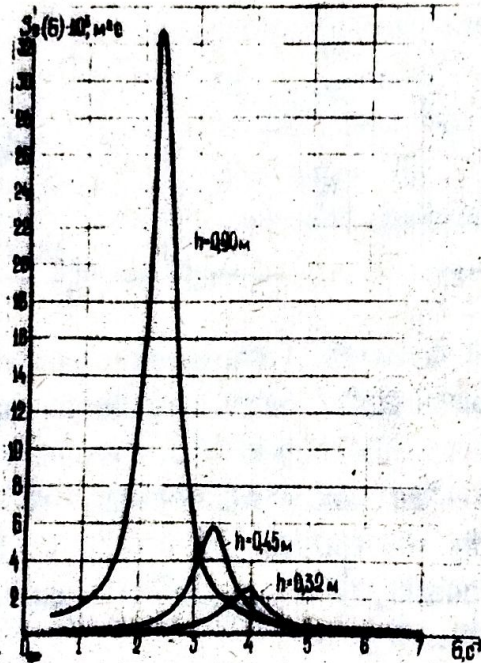


Рис.2. Спектр двумерного волнения, образованного проходящими судами

$$S_z(\sigma) = \frac{D_2 \alpha_0}{\pi} \left[\frac{1}{\alpha_0^2 + (\sigma + \beta_0)^2} + \frac{1}{\alpha_0^2 + (\sigma - \beta_0)^2} \right], \quad (4.45)$$

где D_2 - дисперсия изменения волновых ординат,

$$D_2 = 0,143 \left(\frac{h_{3\%}}{2} \right)^2$$

α_0, β_0 - эмпирические коэффициенты, $\alpha_0 = 0,12 \beta_0$

$$\beta_0 = 1,07 B_{50\%} \quad (4.49)$$

$$B_{50\%} = \frac{2\pi}{T_{50\%}} \quad (4.48)$$

$$T_{50\%} = 9,4 \sqrt{\frac{1}{g} h_{3\%}}, \quad (4.47)$$

где $h_{3\%}$ - высота волны 3% обеспеченности.

Спектральная плотность процесса нерегулярной бортовой качки машин показана на рис.3.

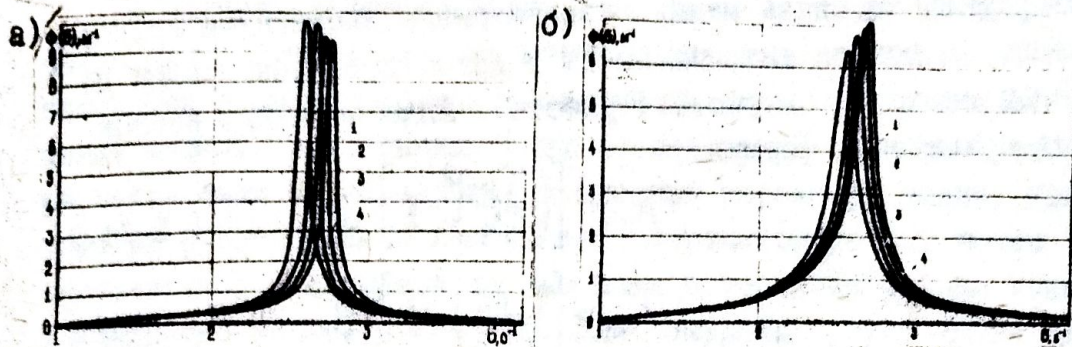


Рис.3. Спектральная плотность процесса нерегулярной бортовой качки машин катамаранного типа: а - сплочная машина БТИ-2В; б - сплочная машина ДР-124; 1 - для высоты волн, $h = 0,90$ м; 2 - для высоты волн 1% обеспеченности; 3 - для высоты волн 3% обеспеченности; — — — — расстояние между понтонами, $d = 5,0$ м; - - - - - расстояние между понтонами, $d = 6,0$ м.

Это позволило определить некоторые статистические характеристики бортовой качки машин. Определение присоединенных моментов инерции масс катамаранов и моментов демпфирующих сил выполнялось лабораторными исследованиями.

В ПЯТОМ РАЗДЕЛЕ приведена методика лабораторных исследований на моделях машин и их результаты. В задачу этих исследований входило определение величин присоединенных моментов инерции масс машин катамаранного типа с гибкими связями, моментов демпфирующих сил, а также уточнение методики решения некоторых вопросов статического расчета элементов машин. Действующие модели были изготовлены в масштабе 1:10 натуральной величины с соблюдением законов динамического подобия и выполнением требований статической и динамической тарировки.

Лабораторные исследования проводились в опытовом бассейне гидротехнической лаборатории БТИ им.С.М.Кирова с использованием в качестве измерительного устройства для фиксации углов крена моделей потенциометра линейного

ПД.Г.Ш.БЗ.05., регистрирующим устройством служил осциллограф светолучевой Н04ЛУЧ.2.

Исследования позволили определить присоединенные моменты инерции массы, получить зависимости, связывающие клиренс с основными характеристиками моделей машин. Получена удовлетворительная связь между безразмерными значениями присоединенных моментов инерции массы моделей и безразмерными радиусами инерции (см.рис.5.4 работы). Была показана возможность применения формул

$$\lambda_{44} = \left[\left(\frac{T_{\theta}}{T'_{\theta}} \right)^2 - 1 \right] J_{xx} \quad (5.14)$$

и

$$\lambda_{44} = \left[\left(\frac{T_{\theta}}{T'_{\theta}} \right)^2 - 1 \right] J_m \quad (5.15)$$

для определения присоединенных моментов инерции массы сплотовых машин катамаранного типа.

Используя вышеупомянутые связи, были определены присоединенные моменты инерции массы натуральных машин:

$$\lambda_{44} = J_{xx} \frac{1 - \bar{J}_{xx}}{\bar{J}_{xx}} \quad \text{и} \quad \lambda_{44} = J_m \frac{1 - \bar{J}_m}{\bar{J}_m} \quad (4.40)$$

Эти связи могут быть также выражены следующими формулами:

$$\lambda_{44} = 25,25 d^{0,89} \quad - \text{ для машины БТИ-2В } \quad (5.28)$$

$$\lambda_{44} = 11,28 d^{1,18} \quad - \text{ для машины ЛР-124, } \quad (5.26)$$

где λ_{44} - в тмо²;
d - в м.

На основании лабораторных исследований с использованием указанной выше методики была получена связь между безразмерными коэффициентами демпфирования и безразмерными радиусами инерции.

Расчетные значения величин безразмерных коэффициентов демпфирования получены по формуле

$$2M_{\theta} = \frac{1}{\pi} \frac{\theta_i^2 - \theta_{i+1}^2}{\theta_i^2 + \theta_{i+1}^2}, \quad (5.36)$$

где θ_i, θ_{i+1} - значения амплитуды в начале и конце каждого размаха.

Это позволило определить коэффициенты демпфирования для натуральных машин катамаранного типа: БТИ-2В - $2M_{\theta} = 0,04$;
ЛР-124 - $2M_{\theta} = 0,10$.

Нашими исследованиями показано, что присоединенные моменты инерции массы сплочных машин катамаранного типа составляют 130-170% от моментов инерции масс машин.

В ШЕСТОМ РАЗДЕЛЕ рассмотрены вопросы полевых исследований по проверке рекомендуемых технологических характеристик.

В полевых условиях волна, влияющая на качку машин, создавалась судами, курсирующими рядом с работающими машинами. При этом определялись параметры волны и характеристики качки машин. На основании этих исследований и теоретических расчетов были установлены критические параметры волны, при которых работа машины невозможна. Параметры речной волны определялись модернизированным нами самописцем уровня воды длительного действия ГР-38 М. Для измерения углов крена плавающих оснований машин и прогиба направляющих стержней трубчатого сечения использовались дистанционные авиагоризонты АГД-1 с записью на осциллографическую бумагу.

Точность измерения приборами не выходила за пределы 10%.

Были обработаны волнограммы прибора ГР-38 М, что позволило построить кривые обеспеченности высот, периодов и частот волн.

В качестве расчетной принята высота волны, имеющая обеспеченность 3% - $h = 0,32$ м, 1% - $h = 0,45$ м и, кроме того, исследование произведено и на высоту волн $h = 0,90$ м, что соответствует расчетным волнам на водохранилищах с учетом возможности буксировки машин по ним.

Для расчетной волны, используя ранее полученные характеристики качки, были вычислены углы крена: для машины БТИ-2В - $3,09^\circ$, для машины ЛР-124 - $2,65^\circ$. Максимальное значение углов крена по опытным данным для машины БТИ-2В составляет $3,25^\circ$, а для ЛР-124 - $2,15^\circ$. На рис. 4 дана связь между углами крена и клиренсом машин. Расчетные значения высоты волны позволили определить напряжение в направляющих стержнях трубчатого сечения, а также величину их прогиба, которые не выходят за пределы допустимых значений для принятых размеров труб.

Полученные данные, характеризующие качку машин и технологию сплотки, позволили прийти к выводу, что машины вполне отвечают требованиям норм по охране труда при работе

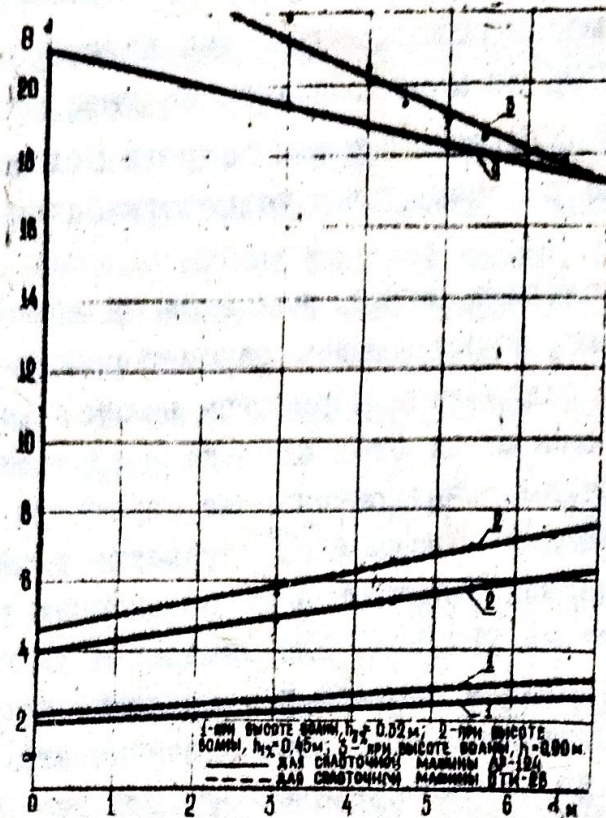


Рис.4. Зависимость углов крена машин катамаранного типа с гибкими поперечными связями от клиренса

на воде и соответствуют безопасным условиям работы обслуживающего персонала. Применяемая технология сплотки на базе машин катамаранного типа не загрязняет водоемов и отвечает требованиям охраны природы.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Предлагаемая технология и механизация сплотки машинами катамаранного типа обеспечивает доставку потребителям древесины хвойных и лиственных пород в однорядных, двухрядных и микропучковых плотках в течение навигации без потерь качества, а также с соблюдением требований охраны окружающей среды и содержания в чистоте водоемов.

2. Существенное влияние на работу сплотовых машин катамаранного типа с гибкими поперечными связями оказывают волновые явления. Изучение вопросов технологии плоской сплотки в лабораторных и натуральных условиях дало возможность предложить технологию сплотки и методы крепления машины при работе на волнении.

3. Даны рекомендации по расчету статистических характеристик качки машин, а также методов определения присоединенных моментов инерции массы катамаранов с гибкими поперечными связями.

4. Установлено весьма большое значение присоединенных моментов инерции массы машин катамаранного типа (130-170% от моментов инерции масс). Однако это не позволяет рекомендовать проведение сплочки машинами при высоте волны больше 0,45 м (см.рис.4).

5. Для определения значений безразмерных коэффициентов демпфирования машин катамаранного типа можно рекомендовать пользоваться графиком (рис.5.6), приведенным в работе.

6. Вертикальные ускорения машин находятся в допустимых пределах амплитуд, не превышающих $0,1g$, что отвечает требуемым нормам, соответствует безопасным методам работы и требованиям техники безопасности.

7. Опыт работы машин катамаранного типа с гибкими поперечными связями позволяет рекомендовать новую технологию плотового сплава древесины лиственных пород к широкому применению на первоначальных водных путях и временно судоходных реках. Выполненные разработки могут быть внедрены в производство и на других реках, к которым тяготеют запасы лиственных пород древесины.

8. Сплоточная машина ЛР-124 вполне отвечает требуемым нормам при работе на воде, соответствует безопасным и нормальным условиям работы обслуживающего персонала. Решением Государственной комиссии она принята для изготовления серии по индивидуальным заказам лесосплавных организаций по первой категории качества.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

Г. А.С. 193351 (СССР). Направляющий механизм к сплотночной машине. /БТИ им.С.М.Кирова; Авт.изобрет. С.Х.Будыка, М.Г.Красник, В.В.Фролов и др. - Заяв.11.1.64, № 932789/29-14; Оpubл. в Б.И., 1967, № 6; МКИ В65g . - В сведениях перед текстом также: авт.изобр. О.С.Бурмейстер, М.Т.Панасевич.

2. А.С. 192060 (СССР). Установка для сплотки бревен. /БТИ им.С.М.Кирова; Авт.изобрет. С.Х.Будника, М.Г.Красник, М.Т.Панасевич и др. - Заяв. 26.01.65, № 939818/29-14; Опубл. в В.И., 1967, № 4; МКИ В65 Q . - В сведениях перед текстом также: авт.изобр. В.С.Макаревич, В.В.Фролов, О.С.Бурмейстер.

3. А.С. 496216 (СССР). Установка для сплотки бревен. /БТИ им.С.М.Кирова, ВКНИИВОЛТ; Авт.изобрет. А.П.Батанов, С.Х.Будника, О.С.Бурмейстер и др. - Заяв. 13.06.74, № 2033220/30-15; Опубл. в В.И., 1975, № 47; МКИ В65 Q 69/20. - В сведениях перед текстом также: авт.изобр. В.М.Гончаренко, Л.Г.Егонец, М.Г.Красник, В.С.Макаревич, М.Т.Панасевич, В.В.Фролов.

4. Будника С.Х., Красник М.Г., Макаревич В.С., Бурмейстер О.С. и др. Сплоточная машина БТИ-2В.- В сб.: Механизация лесоразработок и транспорт леса.- Мн.: Высшая школа, 1973, вып.3, с.120-126.

5. Будника С.Х., Бурмейстер О.С., Фролов В.В. О работе экспериментального образца машины БТИ-2В.- В сб.: Механизация лесоразработок и транспорт леса. - Мн.: Высшая школа, 1975, вып.5, с.106-109.

6. Будника С.Х., Бурмейстер О.С. и др. Сплоточная машина ЛР-124. - В сб.: Механизация лесоразработок и транспорт леса. - Мн.: Высшая школа, 1978, вып.8, с.85-90.

7. Бурмейстер О.С. О бортовой качке сплоточной машины БТИ-2В. - В сб.: Механизация лесоразработок и транспорт леса. - Мн.: Высшая школа, 1979, вып.9, с.106-112.

8. Бурмейстер О.С. Исследование бортовой качки сплоточной машины БТИ-2В на нерегулярном волнении. - В сб.: Механизация лесоразработок и транспорт леса. - Мн.: Высшая школа, 1979, вып.9, с.112-119.

9. Бурмейстер О.С., Фролов В.В. Эксплуатация сплоточной машины ЛР-124. - В сб.: Механизация лесоразработок и транспорт леса. - Мн.: Высшая школа, 1980, вып.10, с.111-117.

Олег Сергеевич Бурмейстер

ТЕХНОЛОГИЯ СПЛОТКИ ЛЕСА МАШИНАМИ КАТАМАРАННОГО ТИПА
С ГИБКИМИ ПОПЕРЕЧНЫМИ СВЯЗЯМИ ПРИ НАЛИЧИИ ВОЛНЕНИЯ

Подписано в печать 14.05.81. АТ 07094 Формат 60x84 I/16.
Печать офсетная. Усл.печ.л.0,93. Уч.-изд.л.1,00. Тираж 100экз.
Заказ 268 . Бесплатно.

Отпечатано на ротатристе БТИ им.С.М.Кирова.
220630, Минск, Свердлова, 13.