

6
А-60

Министерство высшего и среднего специального
образования Р С Ф С Р

СИБИРСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

Н. А. ГРУНОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЙСТВУЮЩИХ СИЛ В ЭЛЕМЕНТАХ
ГИБКОЙ ПРОДОЛЬНОЙ ЗАПАНИ НА ДОННЫХ ОПОРАХ
БЕЗ ОТДОРНЫХ КРЕПЛЕНИЙ

Специальность 420

"Машины, механизмы и технология лесо-
разработок, лесозаготовок и лесного
хозяйства"

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой
степени кандидата технических
наук

г. Красноярск, 1971 г.

Министерство высшего и среднего специального
образования Р С Ф С Р

СИБИРСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

Н. А. ГРУНОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЙСТВУЮЩИХ СИЛ В ЭЛЕМЕНТАХ
ГИБКОЙ ПРОДОЛЬНОЙ ЗАПАНИ НА ДОННЫХ ОПОРАХ
БЕЗ ОТДОРНЫХ КРЕПЛЕНИЙ

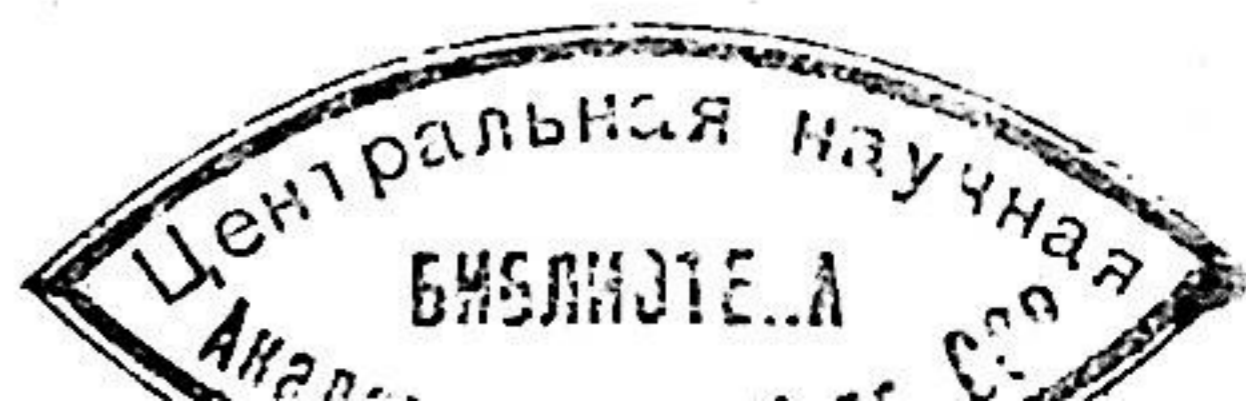
Специальность 420

"Машины, механизмы и технология лесораз-
работок, лесозаготовок и лесного хозяйства"

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой
степени кандидата технических наук

г. Красноярск, 1971 г.



Работа выполнена в Сибирском научно-исследовательском институте лесной промышленности (СибНИИЛП)

Научный руководитель - кандидат технических наук, старший научный сотрудник ЯКОВЛЕВ Г.Д.

Официальные оппоненты:

профессор, доктор технических наук В.Н.ХУДОНОВ
кандидат технических наук К.К.ФЕДОРОВ

Ведущее предприятие - Красноярский лесоперевалочный комбинат производственного объединения "Красноярсклеспром"

Автореферат разослан "25" мая 1971г.

Защита диссертации состоится "___" октября 1971г. на заседании Совета Сибирского технологического института (г.Красноярск, проспект Мира, 82)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Ученый секретарь Совета,

доцент

В.Г.ЛУКАНИНА

В В Е Д Е Н И Е

В условиях бурно развивающейся лесозаготовительной промышленности Сибири и Дальнего Востока, где транспортная сеть железных и шоссейных дорог в настоящее время развита недостаточно, водному транспорту леса придается важное значение. Сплав леса по водным магистралям невозможен без применения тех или иных лесозадерживающих сооружений - запаней.

В практике лесосплава большое распространение получили продольные запани, конструкции которых постоянно совершенствуются. Большие исследовательские работы по улучшению конструкций и совершенствованию методов их расчета были выполнены ЦНИИЛесосплава.

Существующая продольная запань на выносах с отдорными креплениями имеет ряд недостатков, которые заключаются в следующем:

Выноса, идущие от продольной части запани к береговым опорам, затрудняют проход леса по акватории лесохранилища к воротам запани. При формировании пыза выноса оказываются "засоренными". В большинстве случаев степень "засоренности" их различна. Вследствие чего выносы не только сами работают крайне неравномерно, но вызывают перераспределение и местные концентрации нагрузок на отдельные элементы продольной части запани, что снижает точность расчета.

Анализ материалов производственных исследований работы продольных запаней с выносами и отдорными креплениями позволяет сделать следующие выводы.

1. Постановка продольных запаней на выносах с отдорными креплениями требует много времени (по сравнению с продолжительностью стояния сплавных горизонтов) и больших затрат.

2. При постановке запани трудно выполнить проектные условия, вследствие чего ежегодно наблюдаются отклонения действительного положения запани от расчетного.

3. Засорение выносов снижает точность расчета запани и затрудняет ее эксплуатацию.

4. Для монтажа запани требуется много установочного и вспомогательного такелажа.

5. Велики трудозатраты при ежегодной уборке выносов и отдорных якорей.

6. Иногда требуется устройство береговых опор для крепления выносов с прижимными приспособлениями.

Таким образом, совершенствование конструкций лесозадерживающих сооружений и метода их расчета по прежнему сохраняет свое большое народнохозяйственное значение и, следовательно, задача снижения трудоемкости и сокращения сроков установки запаней, позволяющая использовать самые благоприятные сплавные горизонты воды, бесспорно, является актуальной.

Все это обусловило проведение специальных исследований по изучению особенностей взаимодействия водного потока с пьжом в продольных запанях, а также особенностей взаимодействия пьжа с элементами запани.

В связи с изложенным в диссертации ставились следующие задачи:

а) исследовать действующие силы в элементах крепления продольной запани на донных опорах и возникающие от натяжений в шеймах донных опор утапливающие силы, действующие на опорные наплавные плитки продольной части запани;

б) разработать конструкцию продольной запани, которая могла бы свести до минимум. недостатки продольной запани на выносах с отдорными креплениями;

в) на основе исследований внести количественные коррективы в существующую методику расчета продольной запани на выносах с отдорными креплениями, которые бы учитывали специфику работы продольной запани на донных опорах без отдорного крепления;

г) на основе накопленного опыта эксплуатации продольных запаней на донных опорах, работающих с 1964 года в различных гидрологических условиях Ангаро-Енисейского бассейна, в качестве практического приложения, дать производственным

организациям рекомендации по расчету сил, действующих в элементах крепления продольных запаней такого типа, установке их в рабочее положение и демонтажу.

Диссертация изложена на 171 странице машинописного текста и содержит: введение, 7 глав, выводы, иллюстрирована 41 рисунком, 22 таблицами и имеет 27 приложений на 98 страницах.

Первая глава посвящена состоянию исследуемого вопроса и задачам исследования. Вторая - исследованиям сил, действующих в элементах крепления продольной запани на донных опорах без отдорных креплений. В третьей главе изложены программа и методика лабораторных исследований, в четвертой - результаты экспериментальных исследований. В пятой главе изложены материалы производственной проверки результатов экспериментальных исследований. В шестой главе приведен расчет экономической эффективности от внедрения продольных запаней на донных опорах. Седьмая глава содержит практические рекомендации и выводы.

МЕТОДИКА ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.

Лабораторные исследования продольных запаней на донных опорах проводились в бетонных лотках лабораторий:

а) водного транспорта леса СТИ (в масштабе 1:50 натуральной величины) - по качественному анализу и выбору наиболее приемлемой принципиальной схемы закрепления продольной части запани; б) полевой лаборатории ЦТИЛесосплава (в масштабе 1:15 натуральной величины) - по количественному анализу и отработке ее конструкции.

Исследования подвергались принципиальные схемы продольных запаней (рис.1) с длинами шейм, равными 4Н; 6Н; 8Н; 10Н, где Н - глубина водного потока в лотке, при средних (в натуре) скоростях течения 1,0 м/сек; 1,5 м/сек; 2,0 м/сек и относительных стеснениях ширины русла запанью по донным опорам 0,175; 0,225; 0,282; 0,300; 0,314; 0,337; 0,400; 0,500.

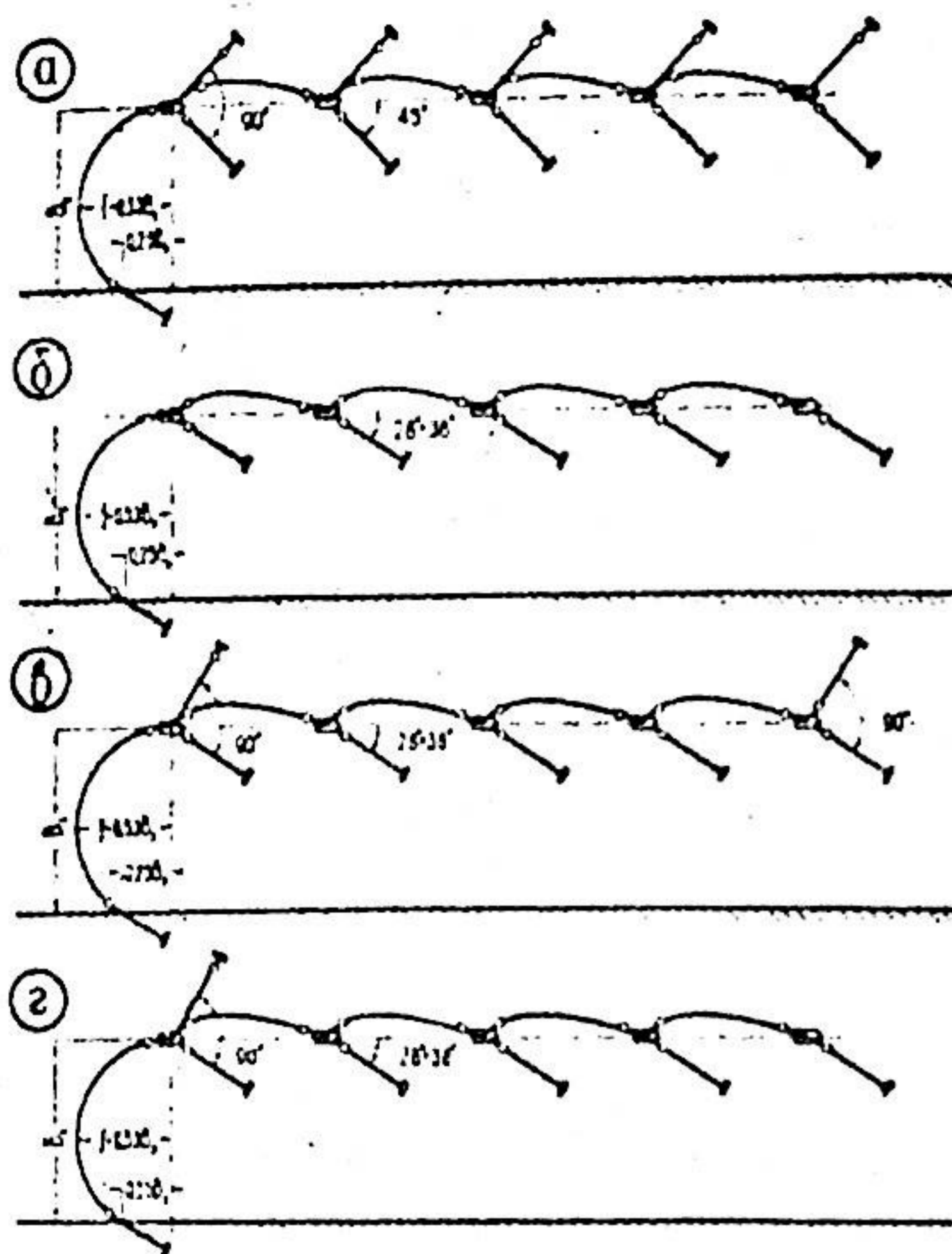


Рис. I. Принципиальные схемы исследуемых продольных запаней на донных опорах без отдорных креплений.

В опытах продольное сращивание запани было выполнено из семибревенных пучков. По пучкам прокладывался лежень (трос), концы которого закреплялись на опорных наплавных плитках. Опорные плитки крепились шеймами за донные опоры (гвозди, вбитые в дно лотка). Усилия в элементах запани измерялись кольцевыми электротензометрическими динамометрами, скорости водного потока — гидрометрической микровертушкой, уровни воды фиксировались игольчатыми тастерами.

Количество повторений опытов обосновывалось методами математической статистики.

Результаты опытов по качественному анализу.

Опыты по качественному анализу показали, что запань, выполненная по схеме "а" (рис. I) работает удовлетворительно только при постоянных горизонтах воды. Структура формируемого пьжа идентична пьжу сформированному в запани с незасоренным выносом. У опорных наплавных плиток и продольной части имеется навал леса.

При проверке работы продольной запани, выполненной по схеме "б", оказалось, что даже при постоянных горизонтах воды запань работает плохо. В начальный период продольная часть запани занимает положение близкое к оси по донным опорам. Поперечная часть в плане занимает неопределенное положение. Шейма пятовой плитки работает только при заполнении лесом поперечной части, а при дальнейшем заполнении запани лесом — полностью выключается. Натяжение от лежня поперечной части запани передается по лежню продольной части на выше расположенную опорную плитку. После заполнения лесом выше расположенных второй и третьей секций акватории лесохранилища нагрузки со второй шейки передаются на третью, и только после этого передача нагрузок по лежню продольной части прекращается.

Визуальные наблюдения за работой запани при паводках показали, что опорные наплавные плитки не тонут. Во время переформирования пьжа плитки как бы "сбрасывают" с себя навалившийся лес, пропуская его вниз.

Основное количество опытов было уделено изучению работы запани на донных опорах по схемам "в" и "г" (рис. I).

Принципиальное их различие заключается в закреплении головной опорной плитки. При пьжах длиной $10B_3$ и более (B_3 — ширина запани), закрепление головной плитки за две шейки имеет практический смысл в том, что ширина захода леса в лесохранилище остается все время постоянной, а на формирование пьжа в ниже расположенных секциях запани это не оказывает никакого влияния. Закрепление головной опорной плитки за две шейки при пьжах длиной менее $10B_3$ нежелатель-

но ввиду того, что это уменьшает свободу перемещения продольной части запани в сторону реки и приближает ее к работе по схеме "а".

ИССЛЕДОВАНИЯ ШИРИНЫ ЗАПАНИ, ТОЛЩИНЫ ПЫЖА И НАТЯЖЕНИЯ В ЛЕЖНЕ ПОПЕРЕЧНОЙ ЧАСТИ.

В запани без леса продольная часть занимает положение, близкое к оси по донным опорам, и только при поступлении леса в запань продольная часть под действием распорных сил отходит в сторону реки.

Исследования показали, что величина угла между шеймой донной опоры и осью продольной части запани по наплавным опорам в горизонтальной плоскости зависит от длины проекции шеймы на эту плоскость, выраженную в глубинах реки.

Обработка материалов с использованием методов математической статистики позволила выразить связь между величиной угла и длиной проекции шеймы в виде уравнения:

$$\alpha_1 = 37,5 - 0,86N \text{ град.} \quad (1)$$

где α_1 - угол между осью продольной части запани по наплавным опорам и направлением шеймы в градусах;

N - горизонтальная длина проекции шеймы, выраженная в глубинах реки.

С учетом угла между осью продольной части запани по наплавным опорам и направлением шеймы полная ширина лесохранилища определится:

$$B_3 = B_{3.0} + l_{ш} \sin \alpha_1 \cos \sigma_0, \quad (2)$$

где $B_{3.0}$ - ширина лесохранилища по донным опорам, м;

$l_{ш}$ - длина шеймы между точками закрепления ее за длинную и наплавную опоры, м;

σ_0 - угол наклона стягивающей хорды шеймы к горизонту в градусах.

Исследованиям толщины пыжа, его структуры при подвижной продольной части уделялось особое внимание ввиду того, что данный вопрос для подобных условий никем не изучался. Опыты показали, что при скоростях течения 1,0 м/сек и выше пыж формируется с незначительным утолщением у поперечной части. Выше створа пятовой плитки пыж по толщине остается без изменения, и только в верхней секции он формируется меньшей толщиной.

Замеренные значения толщин пыжей, полученных при проведении опытов, были приведены к значениям, которые соответствовали бы толщинам пыжа с объемным весом древесины 750 кг/м³, стеснению потока пыжом - 0,5 ширины реки, глубине потока - 4,5 м, длине пыжа - 700 м и ширине запани - 50 м.

Анализ полученных материалов показал, что толщины пыжей при длинах шейм 4Н и 6Н (Н - глубина потока в местах установки донных опор) при смещении продольной части запани в сторону реки в процентах от полной ширины запани на 20,1 и 28,8 оказались равными толщинам пыжа для запани на выносах с отборными креплениями, полученными ЦНИИЛесосплава.

В промышленности абсолютное большинство продольных запаней эксплуатируется шириной более 100 м. При этом смещение продольной части (при глубине реки равной 4,5 м и длинах шейм равных /8-10/ Н) составляет соответственно 18,25% - 21,7%, что не превышает величин отхода продольной части, полученных при опытах. Это позволило сделать вывод о равенстве толщин пыжей в продольных запанях на выносах с толщинами пыжей в запанях на донных опорах. Данный вывод подтвердился результатами наблюдений за натурными запанями, эксплуатируемыми в Ангаро-Энисейском бассейне.

Наблюдениями в натуре и опытами в лаборатории установлено, что структура пыжа в продольной запани на донных опорах выгодно отличается от структуры пыжа в запани с выносами и отборными креплениями.

В продольной запани на донных опорах из-за отсутствия выносов, идущих от продольной части запани к берегу, толщина пыжа остается одинаковой по всей длине, без утолщений у

Table 2

$\frac{1}{f}$	0.2	0.3	0.4	0.5
α	21	40	52	61

The graph shows the dependence of the angle of refraction on the refractive index of the medium. It is seen that the angle of refraction increases with the refractive index of the medium.

The graph shows the dependence of the angle of refraction on the refractive index of the medium. It is seen that the angle of refraction increases with the refractive index of the medium.

The graph shows the dependence of the angle of refraction on the refractive index of the medium. It is seen that the angle of refraction increases with the refractive index of the medium.

Table 3

Value of $\frac{1}{f}$	Value of α	Value of $\frac{c}{v}$
0.2	21	0.67
0.3	40	0.75

The graph shows the dependence of the angle of refraction on the refractive index of the medium. It is seen that the angle of refraction increases with the refractive index of the medium.

$$\alpha = \frac{c}{v} \quad (3)$$

The graph shows the dependence of the angle of refraction on the refractive index of the medium. It is seen that the angle of refraction increases with the refractive index of the medium.

$$\alpha = \frac{1}{2.5} \quad (4)$$

The graph shows the dependence of the angle of refraction on the refractive index of the medium. It is seen that the angle of refraction increases with the refractive index of the medium.

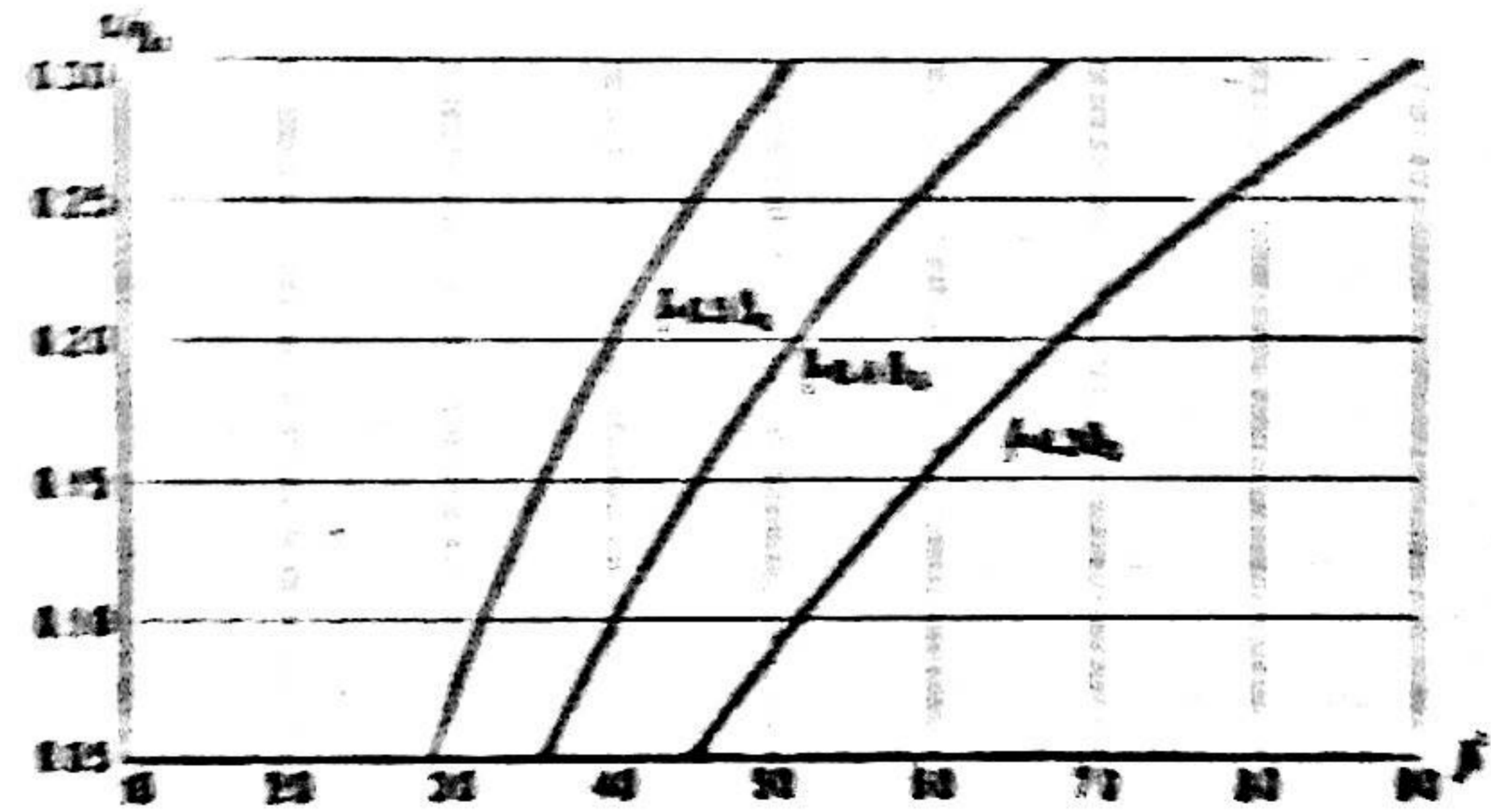


Fig. 2. Graph showing the dependence of the angle of refraction α on the refractive index $\frac{c}{v}$ for positive values of f .

По замеренным натяжениям в лежне поперечной части и углам подхода их в точках закрепления на пятовой наплавной опоре и у берега определялась действующая сила, а затем (приняв абсолютные значения коэффициента, учитывающего взаимодействие пьжа с берегом и продольным боном в продольных запанях с выносами) определялась полная активная сила.

Зная полную активную силу, мы смогли найти удельное (отнесенное к единице площади акватории лесохранилища) сопротивление пьжа потоку $\tau'_{оп}$. Сравнения абсолютных значений τ'_m запани на выносах с $\tau'_{оп}$ запани на донных опорах показало, что $\tau'_{оп}$ отличается от τ'_m всего на 0,69%. Это позволило сделать вывод о том, что при практических расчетах силы, действующей на поперечную часть, можно принимать удельные сопротивления пьжа потоку равными и пользоваться общеизвестной формулой:

$$P_0 = \beta L_p V_3 (\tau + \tau_0), \quad (5)$$

где τ_0 - удельное сопротивление пьжа ветру, кг/м².

ИССЛЕДОВАНИЯ СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ПРОДОЛЬНУЮ ЧАСТЬ ЗАПАНИ.

В практике расчета продольных запаней принято считать давление пьжа равномерно распределенным по длине звена. Поэтому равномерно распределенная нагрузка в каждом конкретном случае определялась путем рассмотрения равновесия звена при известных натяжениях в ветвях секции лежня T_B и T_H и углах подхода лежней α и δ в точках закрепления их на опорных наплавных плитках.

Из условия равновесия отдельно взятого звена вытекает, что равномерно распределенная нагрузка на 1 пог.м длины секции равна:

$$P'_{оп} = \frac{1}{l} \sqrt{(T_B \cos \alpha - T_H \cos \delta)^2 + (T_B \sin \alpha + T_H \sin \delta)^2}, \quad (6)$$

а ее направление

$$\operatorname{tg} \beta_0 = \frac{T_B \cos \alpha - T_H \cos \delta}{T_B \sin \alpha + T_H \sin \delta}, \quad (7)$$

где l - длина секции продольной запани по прямой, соединяющей закрепления лежня на наплавных опорах, м;

T_B - натяжение в верхней ветви секции лежня, кг;

T_H - натяжение в нижней ветви секции лежня, кг;

α - угол между направлением натяжения в верхней ветви секции лежня и осью продольной части запани в градусах;

δ - угол между направлением натяжения в нижней ветви секции лежня и осью продольной части запани в градусах;

β_0 - угол между направлением равномерно распределенной силы и перпендикуляром к оси продольной части запани в градусах.

Анализ удельных сил, приходящихся на 1 пог.м длины бо-на, полученных по (6) показал, что величина их уменьшается от головы пьжа к хвосту и почти совпадает с табличными, полученными ЦНИИЛесооплава, отличаясь всего лишь на величину от +0,44% до -6,0% для расчетных створов, удаленных на 50, 100, 200 м от створа поперечной части запани. Это позволяет при практических расчетах принять их равными.

Имея направление равномерно распределенной нагрузки, определенной по (7) теоретическим путем, были получены формулы по определению натяжений в верхней и нижней ветвях секций лежня продольной части, а также величины углов между направлениями натяжения с осью продольной части запани:

$$T_{max} = \frac{1}{8 C_0} \rho L_c \frac{\cos^2 \beta_0}{\cos \alpha_0}; \quad (8)$$

$$T_0 = \frac{1}{8 C_0} \rho L_c \frac{\cos^2 \beta_0}{\cos \delta_0}; \quad (9)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{4C_0}{\cos^2 \beta} + \operatorname{tg} \beta_0; \quad (10)$$

$$C_0 = \frac{f}{L_c}, \quad (11)$$

где f - стрела провеса лежня секции, м;
 L_c - длина по прямой, соединяющей точки закрепления лежня на наплавных опорах, м.

Как видно из приведенных формул (8, 9, 10, 11) при заданном значении C_0 и при постоянстве угла β_0 , величины $\frac{1}{8C_0} \frac{\cos^2 \beta_0}{\cos \alpha_0}$ и $\frac{\cos^2 \beta_0}{8 \cos \delta_0}$ могут быть приняты как постоянные коэффициенты. Обозначив их буквами m_6 и m_H будем иметь:

$$m_6 = \frac{\cos^2 \beta_0}{8C_0 \cos \alpha_0}; \quad (12)$$

$$m_H = \frac{\cos^2 \beta_0}{8 \cos \delta_0}. \quad (13)$$

Натяжения T_{\max} в верхней ветви секции обозначим буквой T_{cb} , а натяжение T_6 в нижней ветви секции - буквой T_{ch} . Тогда окончательно получим:

$$T_{cb} = m_6 \rho L; \quad (14)$$

$$T_{ch} = m_H \rho L_c. \quad (15)$$

Спорная наплавная плитка помимо натяжений в ветвях лежня секций воспринимает непосредственно часть давления шня, равное:

$$T_n = \frac{T_{ш} \cos \beta \cos \theta + T_{ch} \cos \delta - T_{cb} \cos \alpha}{\cos \beta}, \quad (16)$$

где $T_{ш}$ - натяжение в шейме донной опоры, кг;
 θ - угол между стягивающей хордой шеймы донной опоры и горизонтом в градусах.

Для практических расчетов горизонтальных составляющих натяжений в шеймах донных опор целесообразно силу, воспринимаемую непосредственно опорной плиткой, выразить через коэффициент:

$$C = \frac{T_{ш} \cos \beta \cos \theta}{T_{cb} \cos \alpha - T_{ch} \cos \delta}. \quad (17)$$

Коэффициент "С" для различных значений средней скорости потока в отсеке запани принимается по таблице 3.

Учитывая это, полная сила, воспринимаемая шеймой донной опоры в горизонтальной плоскости, определится:

$$T_{ш.д.} = C \rho L_c, \quad (18)$$

Таблица 3

$V_{\text{ср. отсека}}$ м/сек.	1,0	1,5	2,0
C	1,2	1,5	1,7

Пятавая опорная плитка крепится за две шеймы. Горизонтальные натяжения в них определяются:

для внутренней шеймы

$$T_{ш.в.} = \frac{T \cos(\alpha' + \beta) + T_n - T_{ch} \cos(\beta + \delta)}{\cos \theta}; \quad (19)$$

для шеймы отторного крепления

$$T_{ш.т.о.} = \frac{T \cos(90 - \alpha' - \beta) - T_{ch} \cos(90 - \beta - \delta)}{\cos \theta}, \quad (20)$$

При определении утапливающей силы, действующей на опорную наплавную плитку от натяжения в шеймах донных опор, исходим из предположения, что трос шеймы, нагруженный собственным весом и силой гидродинамического давления речного потока, располагается по кривой параболы. Тогда утапливающая сила будет:

$$T_y = \frac{q l_{ш}}{2 \cos \beta} + T_{ш.в.} \operatorname{tg} \beta, \quad (21)$$

где T_y - вертикальная составляющая (утапливающая сила) от натяжения в шейме донной опоры, кг;

$l_{ш}$ - проекция длины шеймы на горизонтальную плоскость, м;

q - вес одного погонного метра шеймы в кг/м с учетом взвешивающего действия воды и сил сопротивления шеймы движению водного потока, определяемый по формуле:

$$q = q_1 + q_2, \quad (22)$$

где q_1 - вес одного погонного метра стального троса в воде, кг;

$$q_1 = 0,87 q_0,$$

где q_0 - вес одного погонного метра стального троса на воздухе, кг;

q_2 - гидродинамическое давление потока на один погонный метр шеймы, кг;

$$q_2 = \frac{\rho}{2} v^2 d (1,2 \sin \beta + 0,022 \cos \beta), \quad (24)$$

где ρ - плотность воды, кг сек²/м⁴;

v - средняя скорость воды, обтекающей шейму, м/сек;

d - диаметр троса шеймы, м;

β - направление оттягивающей хорды к горизонту в градусах.

В соответствии с (21) плавучесть опорной наплавной плитки может быть определена по зависимости:

$$W = \eta (\Sigma T_y + N_1 + N_2 + N_3), \quad (25)$$

где W - водоизмещение наплавной опоры, т;

η - коэффициент запаса плавучести, принимается равным 1,75;

ΣT_y - вертикальная составляющая от натяжений в шеймах донных опор, т;

N_1 - вес людей, одновременно могущих находиться на наплавной опорной плитке, т;

N_2 - вес технологического оборудования, концов лежней и шейм, т;

N_3 - вес самой наплавной опоры, т.

ВНЕДРЕНИЕ ПРОДОЛЬНЫХ ЗАПАНЕЙ НА ДОННЫХ ОПОРАХ В ПРОМЫШЛЕННОСТЬ И РЕЗУЛЬТАТЫ НАТУРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.

Особенно интенсивное внедрение продольных запаней на донных опорах без отборного крепления началось после навигации 1966 года, когда опытная запань рейда Красноярского ЛПК была предъявлена Государственной комиссии. Запань эксплуатировалась третью навигацию и выдержала паводок на р.Енисее 2,7% обеспеченности.

Положительную оценку продольные запани на донных опорах получили у производственных предприятий не только "Красноярсклеспрома" и "Красноярсклесэкспорта" но и в Верхне-Вятской СПК (на р.Вятке), Двино-Важской СПК (на р.Вага) и в др. сплавных бассейнах страны. На эксплуатируемых запанях достигнуто значительное снижение трудозатрат на монтаж и демонтаж их. Улучшение условий формирования пьжа увеличило производительность труда на разборке пьжа и пропуске леса через ворота запани на 20-30% по сравнению с производительностью труда на этих же работах в продольных запанях на выносах с отборными креплениями. Отсутствие выносов на акватории лесохранилища обеспечивает свободный проход леса к воротам запани и позволяет легко механизировать разбор пьжа

трособлочными системами и плавающими механизмами.

Натурная проверка результатов экспериментальных исследований проводилась в Ангаро-Енисейском бассейне на 22 продольных запанях, работающих в различных гидрологических условиях на протяжении 6 лет.

Производственные исследования подтвердили вывод, сделанный на основании лабораторных опытов, о том, что угол между осью продольной части запани и шеймой донной опоры (в диапазоне проведенных исследований) зависит от проекции длины шейки на горизонтальную плоскость, выраженной в глубинах реки (I). Так, на запанях реки Ангары при длине шейки 8H он был равен 31° , при 10H - 29° . На запанях реки Тасеевой при длине шейки 8,2H он равнялся $30,5^{\circ}$, при длине шейки 10,4H - $28,5^{\circ}$.

Сравнения расчетных и замеренных на натуральных запанях натяжений в лекнях поперечной части при стрелах провеса $0,3 V_3$ и $0,5 V_3$ показали, что они колеблются в пределах от $-9,9\%$ до $+19,9\%$, что находится в пределах точности измерений.

Анализ натяжений в ветвях секций лекня продольной части показал, что фактически замеренные натяжения отличаются от подсчитанных на $+7,5\%$ и $-6,7\%$. Это говорит о правильности выводов по обоснованию коэффициентов M_3 и M_n .

Натяжения в шеймах донных опор замеренные на действующих запанях и вычисленные аналитическим путем, отличаются в пределах от $-8,2\%$ до $+17,7\%$. Это дает основание утверждать, что коэффициент "С", полученный на основе опытов, отвечает действительности.

В период эксплуатации продольных запаней на донных опорах они неоднократно подвергались воздействию паводковых расходов с подъемом горизонтов воды более 3,0 м. Средние скорости течения в пределах ширины запани достигали 1,65 м/сек. С подъемом горизонтов воды и возрастанием средней скорости потока на акватории лесохранилища наблюдалось непрерывное уплотнение пьжа с частичным его переформированием.

Продольная часть запани и опорные наплавные плитки ведут себя устойчиво при условии закрепления шейм донных опор

за анкера со смещением от центра тяжести плитки в сторону пьжа. Действующие силы в элементах такелажа с возрастанием скорости потока увеличиваются, не превышая расчетных для данных гидрологических условий.

Все это убедительно доказывает, что продольные запани на донных опорах могут надежно работать в диапазоне средних скоростей в отсеке запани до 1,5 м/сек и колебаниях горизонтов воды в период эксплуатации до 3,0 м.

В связи с успешным внедрением продольных запаней на донных опорах на предприятиях различных сплавных бассейнов страны результаты наших исследований были включены в 1970 г. во всесоюзную инструкцию по изысканиям, проектированию, строительству, монтажу и эксплуатации запаней, которая утверждена Министерством лесной и деревообрабатывающей промышленности СССР.

Экономический эффект от внедрения продольных запаней на донных опорах по данным производственных организаций, внедривших такие запани в 1968 году, только в Ангаро-Енисейском бассейне был получен в сумме 289,4 тыс. рублей. За период внедрения начиная с 1964 года по 1968 год экономический эффект только по предприятиям "Красноярсклеспрома" и "Красноярсклесэкспорта" составил 709,2 тысячи рублей.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ.

1. Продольные запани на донных опорах могут эксплуатироваться на реках со средней скоростью потока в отсеке запани до 1,5 м/сек, и колебаниях горизонтов воды в период эксплуатации до 3,0 м, при длинах шейм, равных 8-10 глубинам реки при максимальных уровнях.

2. Структура пьжа в продольной запани на донных опорах по сравнению со структурой в продольной запани на выносах более спокойная, без навалов леса на опорные наплавные плитки и продольную часть. Смещение продольной части запани в сторону реки позволяет формироваться пьжу сравнительно ров-

ным по толщине, легко поддающимся разбору. За счет этого увеличивается производительность труда рабочих, работающих на его разборе и пропуске леса через ворота запани, на 20-30%. Свободная от выносов акватория лесохранилища позволяет полностью механизировать разбор пьжа трособлочными системами и плавающими механизмами, обеспечивает свободный проход леса к воротам запани.

3. Конструкция запани позволяет точно выполнить условия заданные проектом, что увеличивает надежность ее работы. Для установки и строительства продольных запаней на донных опорах в сравнении с продольными запанями на выносах с отдорными креплениями требуется в 1,5-2,5 раза меньше талка, трудозатраты на установку в рабочее положение, эксплуатацию и демонтаж снижаются в 2 раза. За счет этого достигается экономический эффект, составляющий в среднем около 4,0 коп. на 1 м³ перерабатываемого леса в запанях рейдового назначения и 24 коп. на 1 м³ перерабатываемого леса в запанях передерживающего типа.

4. Для определения угла между направлением шейки донной опоры и осью продольной части запани получена формула (1). Зная этот угол, можно определить по формуле (2) полную ширину запани.

5. Результаты лабораторных и натурных исследований показали, что толщина пьжа в продольных запанях на донных опорах равна толщине пьжа, полученной ЦНИИЛесосплава для продольной запани на выносах с отдорными креплениями.

6. Исследования показали, что лежень поперечной части запани в плане располагается по кривой, близкой к параболе. Поэтому при переходе от действующих сил к натяжению в лежне следует пользоваться коэффициентом "К", определяемым формулой (4), а угол между осью продольной части запани и направлением натяжения в точке закрепления лежня на пятовой опорной плитке принимать по таблице 2. При смещении точки пересечения уреза воды лежнем, вниз по течению, угол между

направлением лежня в этой точке и урезом воды определяется по графику рис.2.

7. Исследованиями в лабораторных и производственных условиях установлено, что как в продольных запанях на выносах, так и в запанях на донных опорах давление от пьжа на продольную часть запани снижается по мере удаления от поперечной части запани. Удельное давление на продольный бон для обоих типов запаней равно.

8. Направление равномерно распределенной нагрузки на продольную часть запани составляет с потоком угол, равный 32°30' (вместо 45° у запани с выносами и отдорными креплениями).

9. Для определения натяжения в ветвях секций лежня продольной части запани получены формулы (14,15). Значения коэффициентов M_1 и M_2 в зависимости от отношения стрелы провеса к длине стягивающей хорды следует определить по формулам (12,13).

10. Для определения горизонтальной составляющей натяжения в шеймах промежуточных опорных плиток получена формула (18), где коэффициент "С" для различных значений средней скорости потока в отсеке запани, входящий в эту формулу, следует принимать по таблице 3.

11. Для определения давления пьжа непосредственно на плитку продольной части запани получена формула (16).

12. Для определения горизонтальных составляющих натяжения в шеймах донных опор пятовой опорной плитки получены формулы (19,20).

13. Для определения утапливающей силы, действующей на опорную наплавную плитку от натяжения в шеймах донных опор и воздействия потока на шейму, получена формула (21).

14. Вес одного погонного метра тросовой шейки с учетом взвешивающего действия воды и сил гидродинамического воз -

действия шейки с обтекающим ее потоком определяется формулой (22).

15. Для определения полного водоизмещения опорных наплавных плиток получена формула (25).

16. Результаты исследований и опыт эксплуатации внедренных запаней могут быть использованы проектными организациями при разработке лесных рейдов, реконструкции существующих продольных запаней, а также непосредственно инженерно-техническими работниками лесозаготовительных и сплавных предприятий при определении сил, действующих в элементах продольных запаней на донных опорах.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих печатных работах автора.

1. Продольная гибкая лезневая запань. Описание изобретения к авторскому свидетельству № 159764. Бюллетень изобретений № 1, 1964. (в соавторстве с Риттер К.К.)

2. Применение продольной гибкой запани на донных опорах. Журнал "Лесозаготовка и лесное хозяйство". № 30, ЦНИИТЭИЛеспром, 1965.

3. Гибкая продольная лезневая запань на донных опорах. Журнал "Лесозаготовка и лесосплав". № 11, ЦНИИТЭИЛеспром, 1969.

4. Исследования действующих сил в элементах продольных запаней на донных опорах. Труды СибНИИЛП, выпуск 18, Изд-во "Лесная промышленность", М, 1969.

Отзывы на автореферат просим
прислать по адресу:
Красноярск, Мира 82, Сибирский
технологический институт
Ученый Совет