

634.98

3-13

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ БССР

Белорусский технологический институт
имени С. М. Кирова

На правах рукописи

Г. С. ЗАВГОРОДНИЙ

Исследование
И ПРИМЕНЕНИЕ НА ЛЕСОСПЛАВЕ ЯВЛЕНИЯ
ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
ПОПЕРЕЧНОГО ЩИТА С ПОТОКОМ

(Специальность №420. Машины, механизмы и
технология лесоразработок, лесозаготовок и
лесного хозяйства)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

г. Минск, 1969 г.

634.98

3-13

Июль 1969 г.

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ БССР

Белорусский технологический институт

к.х.

На правах рукописи

Г.С.Завгородний

ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ НА ЛЕСОСПЛАВЕ ЯВЛЕНИЯ
ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОПЕРЕЧНОГО
ЩИТА С ПОТОКОМ

Специальность № 420

"Машины, механизмы и технология лесоразработок,
лесозаготовок и лесного хозяйства "

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Г. Минск
1969г.

2103ар

Работа выполнена в Сибирском технологическом институте

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ -
доцент, кандидат технических наук
Б.С.РОДИОНОВ

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ:

доктор технических наук В.Ф. ШЕБЕКО
кандидат технических наук, доцент М.Г.КРАСНИК

Ведущее предприятие - трест "Волголесослав"

Автореферат разослан

1969 г.

Защита диссертации состоится 1969г.
на заседании Ученого совета Белорусского технологичес-
кого института, г.Минск, ул.Свердлова, 13-А, корпус 4,
аудитория 220.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке
института.

Ученый секретарь совета Н.П.БЛИНЦОВА.

ВВЕДЕНИЕ

Директивами партии и правительства перед работниками лесной промышленности поставлена первостепенная задача значительного повышения производительности труда на базе совершенствования технологии работ и комплексной механизации и автоматизации процессов производства.

В области лесосплава необходимо повысить навигационную производительность лесных рейдов, которая в значительной степени зависит от скоростного режима рек, совершенства технологии и уровня механизации сортировочных, сплоточных и формируемых работ.

Существенным недостатком отдельных мероприятий по механизации рейдовых работ является недооценка возможностей применения специальных наплавных сооружений, принцип действия которых основан на регулировании кинематических параметров потока.

Выполненные в этом направлении исследования ЦНИИ Лесосплава и других авторов привели к созданию гидравлических тормозящих устройств / пластинчатые гасители и др./, позволяющих снижать до оптимальных значений скорость движения бревен в продольных коридорах сортировочных устройств.

Успешно решается задача механизации процесса формирования плот на основе использования области возвратного течения потока за поперечным щитом.

Отмеченные и другие известные сооружения и устройства, использующие явление гидравлического взаимодействия поперечного щита с потоком, способны значительно повысить навигационную производительность лесных рейдов.

В опубликованных отечественных и иностранных работах по вопросам гидравлического взаимодействия плавящихся тел с открытым пото-

ком явление взаимодействия потока с поперечным не полностью погруженным щитом, ограниченной ширины, освещено далеко недостаточно.

Для установления закономерностей и зависимостей, на основе которых возможны инженерные расчеты гидравлических и эксплуатационных характеристик потока за поперечным щитом, смонтированным в лесосплавных сооружениях и машинах, автором были проведены специальные исследования.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ, ПРОГРАММА И МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ

При введении в открытый поток конечных размеров преграды в виде поперечного не полностью погруженного щита, ограниченной ширины, за последним возникает поверхностная область возвратных течений длиной - l_0 , с придонной транзитной струей /рис.1/.

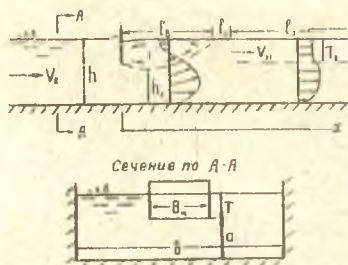


Рис.1. Общая схема гидравлического взаимодействия с открытым потоком поперечного не полностью погруженного щита ограниченной ширины.

Ниже по течению расположена эксплуатационная область потока, продольные составляющие скорости которой - $V_{2г}$ / будут меньше соответствующих бытовых скоростей V_2 /, так как поперечный щит обусловит снижение скоростей в поверхностных слоях потока и повышение их в глубинных слоях. В пределах глубины эксплуатационной

области - T_2 /рис. I/, принимаемой равной погружению щита - T , перемещаются транспортные единицы /пучки, плоты и др./.

Граничными значениями явления гидравлического взаимодействия с потоком поперечного не полностью погружённого щита, ограниченной ширины, будут известные схемы:

- а) истечение из-под щита, когда $V_{щ} = V$, и
- б) обтекание пластинки безграничным потоком.

В исследуемой схеме $V_{щ} < V$ и на гидравлические характеристики стесненного потока оказывают влияние дно и берега.

В практике лесосплава известно использование явления гидравлического взаимодействия не полностью погружённого поперечного щита с потоком для снижения избыточных поверхностных скоростей течения в сплоточном коридоре, а также для удержания в области возвратных течений формируемого в плот поперечного ряда сплоточных единиц. Перспективны предложения по использованию поперечного щита в потоке при сортировке на воде бревен и сплоточных единиц, при регулировании русла малых рек и в других случаях.

Известными исследованиями было установлено, что поперечный щит, имеющий над верхней гранью слой воды, т.е. обтекаемый с четырех граней, испытывает меньшее сопротивление, чем не полностью погруженный щит. Так как основным назначением поперечного щита в различных млинах и сооружениях лесосплава является гидравлическое гашение избыточных эксплуатационных скоростей течения и создание устойчивой поверхностной области возвратных течений, то наибольший эффект в этих направлениях может быть получен при неполном погружении поперечного щита.

Общую схему гидравлического взаимодействия поперечного щита с потоком в дальнейшем целесообразно рассматривать состоящей из отдельных, но взаимосвязанных явлений, возникающих в различных областях потока в районе щита.

К таким отдельным гидравлическим явлениям относятся:

а) гидродинамическое взаимодействие поперечного щита с потоком при влиянии дна и берегов.

Известны исследования гидродинамического взаимодействия твердых тел с потоком, выполненные Прандтлем, Геберсом и Энгельсом, Глауэртом, И.Б.Идельчиком, В.С.Фокеевым и другими;

б) возникновение поверхностной области возвратных течений с придонной транзитной струей под ней.

Водоворотная область потока исследовалась В.М.Маккавеевым, В.И. Аравичным, И.Сметана, Н.Н.Назловским, М.Д.Чертоусовым, А.Н.Рахмановым и другими;

в) снижение скорости в пределах эксплуатационной области потока за поперечным щитом.

Кинематическую структуру потока за плохообтекаемыми телами исследовали Федж и Йогансен, А.Я.Милович, М.С.Фомичев, С.С.Филимонов, В.И.Жокорев и другие;

г) изменение скорости и горизонта воды в поперечном сечении потока, стесненном щитом.

Закономерности изменения скорости и горизонта воды в стесненном сечении открытого потока исследовали В.В.Звонков, Г.Е.Павленко, Г.И.Сухомел, А.М.Басин, Э.В.Богданова и другие;

д) влияние ограниченности открытого потока на гидравлические и эксплуатационные характеристики его в районе поперечного щита.

По вопросу установления критерия неограниченности бытового потока известны исследования В.Н.Гончарова, А.П.Зегжда, а потока стесненного судном - Г.И.Сухомела, П.А.Апухтина, Я.И.Войткунского.

Целью настоящей работы является уточнение представлений о физи-

ческой сущности явлений, происходящих в потоке, стесненном поперечным щитом; выяснение влияния на эти явления ограниченности потока и установление закономерностей и зависимостей, необходимых при проектировании и эксплуатации лесосплавных машин и сооружений с поперечным щитом в потоке.

Изучение литературных данных и опыта использования на лесосплаве явления гидравлического взаимодействия поперечного щита с потоком позволили наметить следующую программу исследований:

а) изучение кинематических и геометрических характеристик области поверхностного возвратного течения, придонного транзитного потока, а также поверхностного эксплуатационного слоя потока за поперечным щитом;

б) установление закономерности изменения средней скорости и горизонта воды в стесненном поперечном сечении потока;

в) установление зависимости для определения коэффициента лобового давления потока на поперечный щит, с учетом влияния дна и берегов;

г) оценка влияния дна и берегов потока на кинематические характеристики его в сечении, стесненном поперечным щитом /установление критерия неограниченности потока/;

д) исследование влияния боковых, ограждающих щит стенок /плавучего основания/ на характеристики потока;

е) технико-экономическая эффективность использования явления гидравлического взаимодействия поперечного щита с потоком в практике лесосплава.

Перечисленные вопросы решались общими методами гидравлики, включающими лабораторно-экспериментальные исследования и теоретические разработки отдельных явлений.

Моделирование явления гидравлического взаимодействия поперечного щита с открытым потоком выполнено по критерию гравитационного подобия.

Излагаемые исследования проводились в две стадии: первоначально исследовались параметры потока за одиночным /изолированным/ поперечным щитом в масштабе $\delta_p = 100$, в последующем - учитывалось влияние плавучего основания щита / $\delta_p = 40$ /. Плавучее основание схематизировалось в виде тонких, продольных, вертикальных, ограждающих щит стенок.

Для выяснения влияния масштабов моделирования некоторые результаты экспериментально-лабораторных исследований проверялись в лаборатории открытого типа на реке Енисей на модели поперечного щита в потоке в масштабе $\delta_p = 4$. Отдельные экспериментальные зависимости были проверены в натуре на опытном образце формировочной машины.

Определение гидравлических и эксплуатационных параметров потока, стесненного поперечным щитом, было связано с необходимостью учета влияния дна и берегов, то есть с решением вопроса о методе определения и количественной оценке критерия неограниченности потока.

Оценка влияния дна и берегов на гидравлические параметры потока за поперечным щитом осуществлялась по изменению средней на вертикали под щитом скорости - V_a , зависящей от стеснения живого сечения потока.

Исследованный диапазон изменения размеров поперечных щитов и параметров открытых потоков определен условиями практического использования на лесосплаве сооружений и машин с поперечным щитом и характеризуется таблицей № I.

Таблица № I

Глубина потока	Ширина потока	Скорость течения	Число Фруда	Ширина щита	Погруж. щита	Относи- тель- стесне- ние по- тока	
h м	b м	V_{ω} м/сек	F_r	$B_{щ}$ м	T м	$\frac{T}{h}$	$\frac{b}{B_{щ}}$
1	2	3	4	5	6	7	8
2 + 6	20	0,3	0,0015	9	0,5	0,15	2
	+	+	+	+	+	+	+
	2000	3,0	0,4590	40	2,0	0,65	200

Исследовались спокойные потоки с постоянным уклоном дна

$i = 0,00033$ и гидравлически гладким прямолинейным руслом, прямо-угольного поперечного сечения.

В полученные зависимости вводились коррективы, учитывающие влияние уклона и шероховатости дна на гидравлические и эксплуатационные параметры потока за поперечным щитом.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В результате теоретических, лабораторных и натуральных исследований явления гидравлического взаимодействия поперечного щита с потоком установлено следующее.

I. Поверхностная область возвратных течений и придонный транзитный поток

Поверхностная область возвратных течений может использоваться для удержания пучков или отдельных бревен за поперечным щитом в процессе выполнения операций по формированию плетей, сортировке дубовины и других.

На основании экспериментальных данных получена следующая зависимость для определения относительной длины поверхностной области возвратных течений /рис.2/:

$$\frac{l_b}{a} = M \left[\frac{\omega_T}{\Omega} \right]^n \quad \dots \dots \dots //1//$$

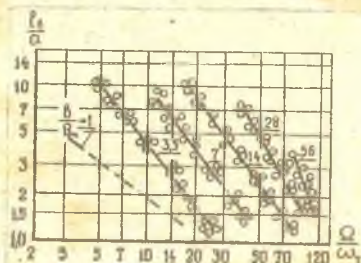


Рис.2. График зависимости относительной длины поверхностной области возвратных течений от стеснения живого сечения потока.

Где: l_b - длина поверхностной области возвратных течений, измеренная в продольной вертикальной плоскости, проходящей через середину ширины поперечного щита.
Техника измерения l_b с помощью гидрометрической трубки изложена в диссертационной работе;

$a = h - T$ - высота отверстия под поперечным щитом;

$\omega_T = B_{\text{щ}} \cdot T$ - площадь погруженной части щита;

$\Omega = b \cdot h$ - площадь живого сечения потока;

M и n - постоянная уравнения и показатель степени значения которых даны в таблице № 2.

Таблица № 2

$b/B_{\text{щ}}$	1	3,5	7	14	28	56
M	10,82	87,70	$1,95 \cdot 10^2$	$4,44 \cdot 10^2$	$2,52 \cdot 10^3$	$4,81 \cdot 10^4$
n	0,72	1,29	1,30	1,81	1,59	2,67

Зависимость / 1 / применима в исследованных пределах изменения относительного стеснения потока щитом:

$$\Omega/\omega_{\tau} = 5 + 100 \quad b/B_{\text{щ}} = 3,5 + 56 \quad T/h = 0,05 + 0,35$$

Минимальные значения ℓ_{θ}/a будут при $b/B_{\text{щ}} = 1$, когда весь расход потока проходит под щитом / истечение из-под щита/.

Исследованиями, изложенными в диссертации, установлено, что зависимость / 1 / допустимо применять для открытых потоков с формой русла отличной от прямоугольной.

Лабораторные и натурные исследования выявили, что для условий практического использования на лесосплаве поперечного щита в потоке, при относительной шероховатости русла

$$\Delta/R = 1,7 \cdot 10^{-5} + 3,5 \cdot 10^{-2}, \text{ влияние ее на } \ell_{\theta}/a \text{ можно учесть, вводя в правую часть зависимости / 1 / коэффициент } K_{\Delta} = 0,9.$$

Хотя длина области возвратных течений с увеличением уклона дна несколько возрастает, для условий спокойного потока допустимо влиянием уклона пренебречь. Вероятная ошибка от такого допущения не будет выходить за пределы достигнутой точности измерения величины ℓ_{θ} .

Придонная транзитная область потока исследовалась экспериментально в пределах длины, равной длине поверхностного водоворота ℓ_{θ} .

Так как поверхностный водоворот с придонной транзитной областью типичны для общеизвестной схемы истечения из-под щита-результаты наших исследований сравнивались с названной схемой.

Основной отличительной особенностью явления взаимодействия поперечного щита с потоком является то, что при значительных стеснениях потока щитом / $b/B_{\text{щ}} = 3,5$ и $h/a = 1,82$ / и максимальной скорости на вертикали бытового потока / $V_b \leq 3,3$ м/сек./, /на-тура/, придонная транзитная область находится в спокойном состо-янии. Удельный расход этой области, измеренный в продольной верти-кальной плсскости, уменьшается по мере удаления от поперечного щита, что объясняется растеканием сжатого потока в ширину и участием его в формировании области возвратных течений.

Стеснение потока поперечным щитом вызывает увеличение при-донной скорости транзитного потока $V_{a, \text{тр}}$, которая определяется экспериментальной зависимостью:

$$V_{a, \text{тр}} / V_a = 0,79 + 0,04 \frac{x}{a} - 0,02 \left[\frac{x}{a} \right]^2 \dots \dots / 2 /$$

Где: V_a - средняя скорость на вертикали под щитом по середине его ширины, определяемая с помощью зависимости / 10 /;

x - расстояние ниже щита до скоростной вертикали / см. рис. I /, изменяющееся в пределах: $l_b > x > 0$.

Наибольшее значение $V_{a, \text{тр}} / V_a = 0,8$ наблюдается в сечении по-тока, расположенном ниже щита на расстоянии $x = a$. По уравнению / 2 / и величине допустимой неразмывающей скорости потока возможно про-гнозирование деформации русла в районе установки сооружения или ма-шины с поперечным щитом.

2. Кинематическая характеристика области эксплуатационного
слоя потока за щитом

Возникновение области пониженных эксплуатационных скоростей $V_{ЭГ}$ обусловлено гидравлическим взаимодействием поперечного щита с потоком. Возможность понижения избыточных эксплуатационных скоростей на части акватории за поперечным щитом используется в практике лесосплава.

С учетом этого, а также продольного размера руслового дотка и принятого масштаба моделирования в экспериментах исследовалась часть длины эксплуатационной области потока, равная $l_3 = /250+350/м$ /натура/, /Рис. I/.

Экспериментальными исследованиями установлено, что средняя на вертикалях по толщине эксплуатационного слоя T_3 , относительная скорость потока $V_{ЭГ}/V_3$ зависит от относительного расстояния x/h и относительного стеснения потока $b/B_{щ}$ и T/h . Скорость измерялась в продольной плоскости, проходящей через середину ширины поперечного щита.

Статистическая обработка опытных данных дает следующую формулу для определения величины $V_{ЭГ}$:

$$V_{ЭГ}/V_3 = \frac{pq \frac{x}{h} + A}{D} \dots \dots \dots /3/$$

Где: A и D - параметры уравнения, значения которых даются в таблице № 3.

Таблица № 3

$b/B_{щ}$	3 + 5		6 + 9		10 + 30		3 + 30
T/h	0,25	0,35	0,25	0,35	0,25	0,35	0,15
A	1,23	0,89	1,52	1,11	1,62	1,15	2,30
D	3,41	3,28	3,38	3,11	3,36	2,93	3,98

Зависимость / 3 / справедлива для значений:

$$4 \ll \frac{x}{h} \ll 40$$

Экспериментами установлено, что бытовая, средняя на вертикали по толщине эксплуатационного слоя потока $T_3 = 0,05 + 0,35/h$ скорость при практических расчетах может быть принята равной:

$$V_3 = 1,08 \cdot V_8 \dots \dots \dots /4/$$

Где: V_8 - средняя скорость бытового потока на вертикали в том поперечном сечении, в котором устанавливается щит.

Так как V_{3T} зависит от V_3 , а последняя, в свою очередь зависит от V_8 , то влияние формы русла, шероховатости и уклона дна косвенно отразилось в зависимости /3/ и /4/.

3. Изменение средней скорости и уровня свободной поверхности в стесненном сечении потока

Под стесненным сечением потока понимается площадь живого сечения его, уменьшенная на величину погруженной в этом сечении площади поперечного щита.

Точное распределение и величину скоростей в стесненном сечении потока, как и величину изменения горизонта воды, аналитически определить сложно, поэтому в исследованиях даются приближенные решения задач.

Для теоретического определения средней скорости потока в стесненном сечении $V_{\omega.c.}$ используются с некоторыми допущениями уравнение Д.Бернулли и уравнение неразрывности потока. Величина $V_{\omega.c.}$ вычисляется при решении кубического уравнения:

$$V_{\omega.c.}^3 - \left[V_{\omega}^2 + 2g \frac{\Omega - \omega_T}{B - B_{щ}} \right] \cdot V_{\omega.c.} + 2g \frac{\Omega \cdot V_{\omega}}{B - B_{щ}} = 0 /5/$$

Где: V_{ω} - средняя по живому сечению бытовая скорость потока.

С помощью уравнения / 5 / построен график /рис.3/.

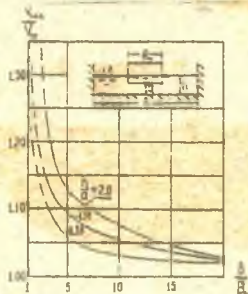


Рис.3. График зависимости относительной средней скорости стесненного щитом живого сечения потока от параметров стеснения.

Опытные значения величины $V_{с.с.}/V_{\omega}$, полученные в русловом лотке, удовлетворительно согласуются с теоретическими. Граничными значениями зависимости, представленной на рис.3, будут:

- а) $B/B_{щ} = 1$ - истечение из-под щита, и
 б) $B/B_{щ} = +\infty$ - /при $B \rightarrow +\infty$ /, соответствует схеме обтекания пластинки безграничным потоком.

По величине $V_{с.с.}$ с некоторым приближением можно определить скорость в поверхностных слоях потока, обтекающего поперечный щит. Эта скорость должна учитываться при выборе конструкции лесосплавных сооружений, располагаемых на участках акватории в створе поперечного щита в потоке.

Увеличение скорости спокойного потока в стесненном сечении, сопровождаемое рассеиванием энергии, приводит к понижению свободного уровня воды, что следует учитывать при проектировании размеров донного запаса у сооружений и машин с поперечным щитом в потоке.

Величина понижения уровня определяется графически с помощью энергетического метода Б.А.Бахметева.

При известном расходе, при заданных форме русла и форме стесненного сечения относительная удельная энергия стесненного сечения определяется по графику, выраженному в безразмерных величинах:

$$\mathcal{E}'_c = h'_c + \frac{1}{2} \cdot \frac{\overline{Fr}^2}{h'^2_c} \dots \dots \dots /6/$$

Где: $\mathcal{E}'_c = \frac{\mathcal{E}_c}{h}$

- относительная удельная энергия стесненного сечения потока;

h - бытовая глубина потока;

$$h'_c = \frac{h_c}{h}$$

- относительная глубина потока в стесненном сечении;

h_c - средняя глубина в стесненном сечении;

$$\overline{Fr} = \frac{V_{\omega,с.}^2}{g \cdot h}$$

- число Фруда.

Зависимость / 6 / справедлива для значений: $\overline{Fr} \ll 0,4$.

Экспериментальная проверка показала удовлетворительное соответствие величин h_c , вычисленных по зависимости / 6 / и полученных в опытах.

4. О коэффициенте лобового давления потока и давлении возвратного течения

При проектировании и эксплуатации лесосплавных машин и сооружений с полесплавным цитом возникает необходимость в определении силы влечения их потоком:

$$R = \xi \frac{\rho \cdot V^2}{2} \cdot \omega_T \dots \dots \dots /7/$$

Явление гидравлического взаимодействия потока, ограниченного по глубине и ширине, с поперечным не полностью погруженным щитом имеет характерные признаки, существенно отличающие это явление от ранее исследованных схем динамического взаимодействия потока с твердым телом. Это обстоятельство явилось причиной проведения специальных исследований с целью установления расчетной зависимости для коэффициента лобового давления потока на поперечный щит ξ .

В результате экспериментов, выполненных для одиночного поперечного щита и для системы плавающих тел: "поперечный щит - плавающее основание", получена формула:

$$\xi = 11 \left(0,086 + \frac{\omega_T}{\Omega} \right) \dots \dots \dots /8/$$

Формула /8/ справедлива в следующих пределах изменения значений относительного стеснения живого сечения потока:

$$6 \leq \frac{\Omega}{\omega_T} \leq 70$$

Эксперименты показали, что для значений $\Omega/\omega_T > 40$ величина коэффициента ξ колеблется в пределах $\xi = 1,2 + 1,1$, на основании чего можно полагать, что для указанных значений Ω/ω_T влияние ограниченности потока на величину ξ пренебрежимо мало.

Давление возвратного течения на подводную часть торца пучков, удерживаемых за поперечным щитом, необходимо знать для расчета максимального допустимого давления ветра /верхового/ на надводную часть пучков. Если расчетное давление ветра превышает допустимое - пучки будут сплывать, нарушая технологический процесс формирования плота.

Экспериментальными исследованиями установлена зависимость величины относительного давления возвратного течения на единицу пло-

Кривой миделевого сечения пучка $\frac{P_{ср}}{P_{ш}}$ от относительного стеснения живого сечения потока цитом $\frac{\Omega}{\omega_a}$. В диссертации дается график зависимости:

$$\frac{P_{ср}}{P_{ш}} = \psi \left[\frac{\Omega}{\omega_a} \right] \dots \dots \dots / 9 /$$

Где: $P_{ш}$ - гидродинамическое давление поступательного потока на поперечный цит, определяемое с помощью зависимости / 7 /;

$\omega_a = V_{ш} \cdot a$ - живое сечение потока, проходящего под поперечным цитом.

Зависимость / 9 / получена для оптимальных условий, когда осадка пучков равна погружению цита или менее его.

5. О критерии неограниченности потока при обтекании поперечного цита

Результаты исследования критерия неограниченности потока, стесненного поперечным цитом, выражены в виде экспериментальной формулы:

$$\frac{V_a}{V_b} = A \cdot \frac{V_{ш}}{b} + C \dots \dots \dots / 10 /$$

Значения параметров A и C даны в таблице № 4.

Таблица № 4

h/a	1,18	1,33	1,54	1,82	2,87
A	0,28	0,35	0,39	0,43	0,64
C	1,037	1,046	1,055	1,075	1,093

Зависимость / 10 / справедлива в исследованных пределах изменения относительного стеснения потока щитом по ширине:

$$\frac{b}{B_{щ}} = 3,5 + 112.$$

По графику зависимости /10/ установлены критерии неограниченности потока как значения $\frac{b}{B_{щ}}$, начиная с которых дальнейшее уменьшение $B_{щ}$ не изменит относительную скорость V_a/V_b более чем на 10%.

2.103ар

6. Влияние боковых стенок на характеристики
потока за поперечным щитом

Поперечный щит как элемент лесосплавных сооружений и машин удерживается в потоке плавучим основанием. Естественно полагать, что система плавающих тел: "поперечный щит - плавучее основание" будет характеризоваться гидравлическими и эксплуатационными характеристиками потока отличными от таковых в потоке за одиночным поперечным щитом.

Учитывая возможное многообразие конструктивного оформления плавучих оснований сооружений и машин с поперечным щитом, в исследованиях было установлено, что плавучее основание допустимо схематизировать в виде тонких, продольных, вертикальных стенок, ограждающих щит с боков.

В результате экспериментов установлено:

а) боковые стенки незначительно изменяют кинематические характеристики потока, проходящего под поперечным щитом. Влияние боковых стенок на V_a/V_b можно учесть с помощью графической зависимости вида:

$$\frac{V_a}{V_b} = \psi_2 \left[\frac{b}{B_{щ}}, \frac{t_c}{T}, \frac{h}{a} \right]$$

Где: t_c - погружение боковых стенок;

б) Боковые стенки уменьшают длину поверхностной области возвратных течений. В практических расчетах, с некоторым запасом, уменьшение l_B можно принять равным 10% от значения l_B за односторонним поперечным щитом;

в) в исследованных пределах l_3 боковые стенки способствуют увеличению эксплуатационных скоростей потока за поперечным щитом. Увеличение $V_{ЭТ}$ учитывается поправочными коэффициентами, величина которых изменяется в зависимости от $T/h, B/B_{щ}, t_c/T$ в пределах 1,02 + 1,06.

При $B/B_{щ} \geq 10$, влиянием боковых стенок на $V_{ЭТ}/V_3$ в практических расчетах можно пренебречь.

7. Техничко-экономическая эффективность применения поперечного щита в потоке в некоторых машинах и сооружениях лесосплава

По техническому заданию, составленному коллективом сотрудников кафедры водного транспорта леса Сибирского технологического института, с участием автора, Енисейским механическим заводом был изготовлен опытный образец машины для формирования ледневых плотов; основным элементом машины является поперечный щит в потоке. Область возвратных течений за поперечным щитом используется для удержания формируемого поперечного ряда сплавочных единиц.

В навигацию 1963 года формировочная машина успешно прошла производственные испытания.

В результате технико-экономических расчетов установлено, что

с внедрением одной формирующей машины производительность труда на формировании плотов увеличивается в 2,4 раза, экономический эффект составляет 14,2 тыс.руб., дополнительные капиталовложения окупаются в течение 17 месяцев эксплуатации машины, существенно улучшается качество формируемых плотов.

В Гасеевской сплавной конторе в навигацию 1967 года внедрена в производство сортировочно-формирующая машина с поперечным щитом, разработанная СибНИИЛПом /г.Красноярск/.

Технико-экономические расчеты внедрения в производство устройства для сортировки круглого леса в области возвратных течений за поперечным щитом, в условиях повышенных бытовых скоростей на рейдовой акватории, показывают, что экономическая эффективность этого мероприятия составит 19,9 тыс.руб., дополнительные капиталовложения окупятся в течение 7 месяцев эксплуатации устройства.

В ы в о д ы

1. В результате исследований получены зависимости для определения:

- а) коэффициента лобового давления потока на поперечный щит / 8 /;
- б) длины поверхностной области возвратных течений / 1 /;
- в) средней скорости / $V_{\text{ср}}$ / и величины понижения горизонта воды в стесненном сечении потока /рис.3/, / 6 /;
- г) придонной скорости по длине транзитной области потока за щитом / 2 /;
- д) средней на вертикали скорости по длине области эксплуатационного слоя потока за щитом / 3 /;
- е) критерия неограниченности потока, стесненного поперечным щитом / 10 /.

2. Установлено влияние шероховатости и уклона дна на гидравлические и эксплуатационные параметры потока за поперечным щитом и способ учета этого влияния.

3. Дана методика учёта влияния продольных боковых стенок на гидравлические и эксплуатационные параметры потока за щитом.

4. Дана методика использования полученных зависимостей для расчетов, связанных с проектированием и эксплуатацией лесосплавных машин и сооружений, принцип действия которых основан на использовании явления гидравлического взаимодействия поперечного щита с потоком: устройств для сортировки бревен и сплочных единиц, формировочных машин.

5. Получены зависимости, необходимые при гидравлических расчетах сооружений для регулирования скоростного режима на рейдовой акватории и сооружений для регулирования размываемых русел малых рек.

Технико-экономические расчеты подтверждают эффективность внедрения в лесосплавное производство сооружений и машин, использующих явление гидравлического взаимодействия с потоком поперечного не полностью погруженного щита, ограниченной ширины.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах автора:

1. К вопросу о применении эффекта поперечного щита в потоке к лесосплавной технике. Сборник материалов конференции по итогам научно-исследовательских работ за 1963 год. Лесоинженерное дело, г. Красноярск, 1964.

2. Исследование некоторых гидравлических и эксплуатационных характеристик потока за поперечным щитом. Изв. вузов, Лесной журнал, № 5, Архангельск, 1968.

3. О критерии неограниченности потока при обтекании плавучих тел. Изв.вузов, Энергетика, № 7, Минск, 1968.

4. Механизация плотового сплава по Енисею, ж.Лесная промышленность, № 3, 1966 /соавтор В.Н.Худоголов/.

Основные разделы диссертации доложены и обсуждены на заседаниях коллектива кафедры водного транспорта леса Сибирского технологического института, кафедры гидравлики Хабаровского политехнического института, на юбилейной научно-технической конференции Хабаровского политехнического института в 1968 году, на техническом совещании инженерно-технических работников Хорской сплавной конторы, комбината "Хабаровсклес".

А Т . 06430 . 18.11.69 г. Заказ 55. Тираж 150 экз.

Отпечатано на ротапринтере Белорусского технологического института им.С.М.Кирова, ул.Свердлова, 13.