

630<sup>x3</sup>  
1747

Белорусский ордена Трудового Красного Знамени  
технологический институт имени С. М. Кирова

На правах рукописи  
УДК 630\* 378.3 (043.3)

ПОЗДЕЕВ АНАТОЛИЙ ГЕННАДЬЕВИЧ

**ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ  
НА ЛЕСОСПЛАВНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ С ПОМОЩЬЮ  
ИСКУССТВЕННЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПОТОКОВ**

Специальность 05.21.01: Технология и машины  
лесного хозяйства и лесозаготовок

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени кандидата  
технических наук

Минск 1985

Работа выполнена в Марийском ордена Дружбы народов политехническом институте им. А. М. Горького на кафедре водного транспорта и гидравлики.

- Научный руководитель — кандидат технических наук,  
доцент ЛОБАНОВ Ю. В.
- Научный консультант — доктор технических наук,  
профессор ДМИТРИЕВ Ю. Я.
- Официальные оппоненты — доктор технических наук,  
профессор ХАРИТОНОВ В. Я.
- кандидат технических наук,  
доцент БУМЕЙСТЕР О. С.
- Ведущее предприятие — Центральный научно-исследова-  
тельский институт лесосплава  
(ЦНИИЛесосплава)

Защита диссертации состоится 26 декабря 1985 г. в 10 часов на заседании специализированного совета К 056.01.01 в Белорусском ордена Трудового Красного Знамени технологическом институте им. С. М. Кирова (ул. Свердлова 13а, корпус 4, зал заседаний).

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

Автореферат разослан 19 XI 1985 г.

Ученый секретарь  
специализированного совета, кандидат  
технических наук, ассистент

ТРОФИМОВ С. П.

## ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В решениях XXV и XXVI съездов КПСС, в приказах и распоряжениях Министерства лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности СССР уделяется большое внимание вопросам бесперебойной доставки древесины потребителям на основе совершенствования технологии, автоматизации производственных процессов и увеличения комплексной выработки на одного рабочего при проведении лесотранспортных операций.

Анализ способов решения транспортных задач на лесосплавных предприятиях показал, что существующие способы ускорения и торможения транспортных потоков на участках водных путей имеют ряд принципиальных недостатков. Устранение этих недостатков и решение проблемы продвижения лесоматериалов искусственными гидравлическими потоками можно осуществить только путем совершенствования способов регулирования характеристик водного потока. Это привело к разработке новых регуляторов скоростей потока на основании поручения Управления лесосплава Минлесбумдревпрома СССР Марийскому, ордена Дружбы народов политехническому институту им. А.М. Горького (письмо от 28.02.84 г. № 21-20/134).

Цель работы. В настоящей работе предусматривается решение вопросов повышения производительности перемещения лесоматериалов на воде с помощью новых способов и устройств для формирования транспортных гидравлических потоков. Это дает возможность внести в технику и технологию лесосплавных предприятий изменения, направленные на улучшение использования лесосырьевых ресурсов, повышение комплексной выработки на одного работающего и отвечающие требованиям охраны окружающей среды.

Методика исследований. Для решения поставленных задач были проведены литературные и патентные исследования. Патентный поиск проведен по авторским свидетельствам СССР и патентам США, Великобритании, Франции, ФРГ, Японии, Швеции, Канады и Финляндии. В процессе изучения патентной информации удовлетворительных технических объектов не установлено.

При выполнении работы использовались методы математического и физического моделирования. Экспериментальные исследо-

4393 ар

БИБЛИОТЕКА ВЛ

И.И. С. П.

вания производились на модельных установках в МодПИ имени А.М.Горького с применением кино-фотосъемки и лазерного доплеровского измерителя скорости (ЛДИС). Основные технические и эксплуатационные характеристики разрабатываемых устройств были проверены на экспериментальном образце регулятора скорости потока РСП-4, который был испытан на Верхнегородковском рейде объединения "Камлесосплав".

Научная новизна. Разработаны схемы регуляторов транспортных гидравлических потоков на основе принципа колеблющегося крыла и рассредоточения вдоль потока действующих на него тел. Разработаны теоретические основы формирования искусственных транспортных потоков из гидродинамических следов за нестационарным профилем и методы образования следов. Разработаны схемы согласования предлагаемых регуляторов скорости потока с технологией лесосплавных предприятий.

Практическое значение. На основании результатов работы предлагается организация конвейерной системы перемещения плавающих на воде лесоматериалов, что снижает энергетические затраты на продвижение сплавных единиц, значительно повышает производительность труда, резко увеличивает комплексную выработку на одного рабочего, улучшает условия охраны труда, устраняет условия для возникновения заторов и создает предпосылки для автоматизации производственных процессов. Экономический эффект от предполагаемого внедрения регуляторов скорости потока в производство составляет 775,2 рубля на одно устройство.

Апробация работы. Основные положения работы были доложены на заседаниях Научно-технического совета Управления лесосплава Минлесбумдревпрома СССР, Технического совета объединения "Камлесосплав", на научно-технических конференциях ЦНИИЛесосплава, Ставропольского политехнического института, на научных конференциях Марийского политехнического института и Белорусского технологического института.

Реализация работы. Результаты, полученные в настоящей работе явились основанием для включения темы "Усовершенствовать технику и технологию гидротранспорта лесоматериалов путем использования гасителей скоростей потока на основе нестационарных профилей" в план Минвуза РСФСР (приказ Минвуза

РСФСР № 599 от 15 октября 1981 года). Решением Управления лесосплава Минлесбумдревпрома СССР, Технического совета объединения "Камлесосплав" результаты работы рекомендованы в производство. Результаты работы опубликованы в двух статьях, получено одно авторское свидетельство и четыре положительных решения на изобретения, опубликован отчет по теме работы.

На защиту выносятся: 1) новые способы формирования искусственных гидравлических потоков и устройства для их реализации, 2) теоретические принципы описания потоков, формируемых из гидродинамических следов, 3) технология использования искусственных гидравлических потоков для перемещения плавающих лесоматериалов.

Объем работы 147 страниц, количество иллюстраций III, таблиц 13, библиография из 92 наименований. Работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка использованной литературы и приложений.

Основные положения работы. В первом разделе приведено состояние вопроса исследования, показана его актуальность, сформулированы цель и задачи работы, сделан обзор исследований Абрамовича Г.Н., Будыки С.Х., Бушмарина О.Н., Голубева В.В., Дмитриева Д.Я., Жуковского Н.Е., Келдыша М.В., Кочина Н.Е., Лаврентьева М.А., Лойцянского Л.Г., Миллионщикова М.Д., Некрасова А.И., Седова Л.И., Сретенского Л.Н., Худякова В.А., Чаплыгина С.А. и др. ученых. Необходимость получения большого объема информации в области формирования искусственных гидравлических потоков и их использования в технологических процессах лесосплавного производства значительно увеличила объем литературных поисков. Анализ работ в области предполагаемых исследований показал:

необходимость совершенствования транспорта плавающих лесоматериалов с целью повышения производительности лесосплавных предприятий;

перспективность выбранного направления модернизации технологии перемещения плавающих лесоматериалов искусственными гидравлическими потоками;

необходимость изыскания новых методов постановки задач продвижения плавающих лесоматериалов при лесосплаве.

## I. Предлагаемые способы регулирования кинематических характеристик потока.

Для создания искусственных гидравлических потоков предложены шесть способов управления их кинематическими характеристиками, которые согласованы с различными схемами перемещения лесоматериалов на лесосплавных предприятиях. При этом устройства типа РСР-1 могут служить только в качестве гасителей скоростей поверхностной части речного потока. Устройства этого типа работают следующим образом. В речной поток под свободную поверхность помещается пластина под углом атаки, которая прямолинейно и вертикально колеблется. Вокруг пластины образуется пограничный слой, который в крайних точках амплитуды колебаний за счет резкого изменения условий обтекания распадается и образует вихревую дорожку типа Кармана, но с обратным направлением вращения вихрей. Действие последней на поток состоит в образовании противопотоков жидкости вне крайних точек амплитуды колебаний. Для уменьшения энергозатрат на привод и снижения ударных нагрузок пластину следует приводить во вращательные колебания.

Для увеличения эффекта гашения поверхностной скорости вплоть до остановки потока может быть использован РСР-1, принцип действия которого напоминает работу гасителя РСР-1, только вместо вихрей в потоке в шахматном порядке располагаются твердые тела, приводимые во вращение от внешнего источника движения.

Расширение возможностей рассматриваемого принципа заложено в регуляторе РСР-2, который позволяет формировать криволинейные поверхностные гидравлические потоки.

Для увеличения рабочей длины потока при снижении затрат удельной мощности на единицу длины потока может быть использован регулятор РСР-3 и гидроускоритель ГУ-1. В последнем случае в потоке распределяют систему твердых тел в ряд, параллельный свободной поверхности, и все тела приводят во вращательные колебания относительно передних граней, что приводит к формированию вихревой дорожки и индуцированного потока.

По рекомендации технического совета объединения "Камлесослав" из шести разработанных способов регулирования скоростей потока выбран, изготовлен и испытан натуральный экспериментальный образец регулятора скорости РСР-4 (рис.1).

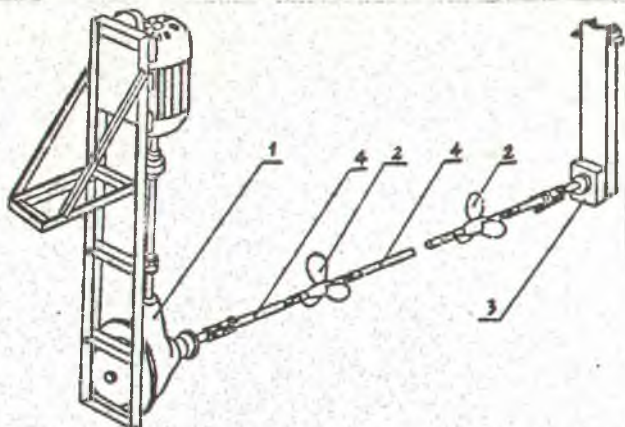


Рис.1. Регулятор скорости потока РСН-4.

- 1 - при: дная станция;
- 2 - гребной винт;
- 3 - задняя опора;
- 4 - гребной вал.

При работе рассматриваемого регулятора скорости потока электродвигатель приводной станции I через р дуктор приводит во вращение гребной вал 4 и совместно с ним гребные винты 2. Для установки системы в водоеме и натяжения гребного вала используется задняя опора. Вращение гребных винтов, расположенных равномерно на гребном валу на некоторой глубине под свободной поверхностью воды, приводит к формированию струйных течений, которые сливаются в общий поток за счет всасывания каждым последующим винтом потока от предыдущего.

## 2. Теоретические исследования.

Обоснование принципов действия предложенного вида регуляторов и формирование физической модели явлений, происходящих при их взаимодействии с потоком, потребовали целого ряда теоретических построений. В качестве модели потока принята модель идеальной, потенциальной в целом несжимаемой жидкости. Следовые характеристики имитировались гидродинамическими особенностями. В необходимых случаях для учета вязкостных эффектов предусматривались представления теории пограничного слоя.

В качестве основного теоретического принципа выбрано положение о возможности формирования протяженных слоев внутри жидкости со скоростями течения отличными от средней скорости основного потока. Эти слои представляют собой следы со свойством самосохранения. Создание благоприятных условий гидротранспорта лесоматериалов требует в ряде случаев изменения скорости движения отдельных областей потока. Перераспределение поля скоростей потока с помощью твердого тела может осуществляться за счет формирования следового течения. Примером устойчивого ближнего следа является дорожка Кармана.

При действии машущего крыла образуется дорожка обращенного типа аналогичная дорожке Кармана, но с обратным направлением вращения вихрей. Использование условия устойчивости дорожки для случая совершения вращательных колебаний плоской пластиной позволяет определить напряженности вихрей, сбрасываемых в поток в верхней и нижней точках амплитуды, в виде

$$\gamma_{\text{в}} = \pi \frac{b^2}{2} (\Omega_{\text{н}} + \Omega_{\text{в}}),$$

$$\gamma_{\text{н}} = -\pi \frac{b^2}{2} (\Omega_{\text{в}} + \Omega_{\text{н}}),$$

где  $\Omega_{\text{в}}$  и  $\Omega_{\text{н}}$  - угловая скорость взмахов пластинки в верхней и нижней точках амплитуды.

Отношение ширины крыла по хорде  $b$  к расстоянию между вихрями дорожки  $h$  будет в этом случае

$$\frac{b}{h} = \sqrt{\frac{\ell/h - U_1/h\Omega}{\frac{\pi h}{4\ell} + h \frac{\pi h}{\ell}}},$$

где  $\ell$  - расстояние между вихрями ряда,  $U_1$  - скорость потока,  $\Omega = \Omega_{\text{в}} = \Omega_{\text{н}}$  - угловая скорость взмахов.

Из неравенства  $h\Omega/U_1 > 0,281$ , вытекающего из предыдущего равенства, следует, что использование вращательных колебаний машущего крыла для формирования искусственных гидравлических потоков более эффективно по сравнению с прямолинейными, когда  $V_1/U_1 > 0,56$ , где  $V_1$  - скорость взмахов крыла. В случае вращательных колебаний снижаются затраты мощности,



поскольку при равной скорости набегающего потока в случае совершения вращательных колебаний требуется приложение в четыре раза меньшей силы, которая пропорциональна квадрату скорости взмахов.

Анализ формирования следа за машущим крылом приводит к необходимости определения циркуляции вокруг нестационарного профиля.

Использование теории плоскопараллельных движений несжимаемой жидкости позволяет обобщить результаты исследования машущего крыла бесконечного размаха и получить циркуляцию для слабоизогнутого профиля Жуковского при поднятии и опускании

$$\Gamma_{\text{п}} = -\pi b R \cos \delta [U_1 \sin(\alpha_{\text{п}} + \delta) - V_1 \cos(\alpha_{\text{п}} + \delta)],$$

$$\Gamma_{\text{о}} = -\pi b R \cos \delta [U_1 \sin(\alpha_{\text{о}} + \delta) + V_1 \cos(\alpha_{\text{о}} + \delta)],$$

где  $\alpha_{\text{п}}$  и  $\alpha_{\text{о}}$  - углы атаки при поднятии и опускании крыла,  $R$  - радиус вспомогательного круга,  $\delta$  - угол изогнутости скелета профиля.

В случае совершения вращательных колебаний плоской пластиной циркуляция будет

$$\Gamma_{\text{п}} = +\pi \frac{b^2}{4} \Omega_{\text{в}},$$

$$\Gamma_{\text{о}} = -\pi \frac{b^2}{4} \Omega_{\text{н}}.$$

Анализ процессов формирования из оторвавшегося от профиля пограничного слоя следовых гидромеханических особенностей позволил создать струйную модель формирования вихрей на линии потока, сходящей с задней критической точки тела, из корневой струи. Из модели следует соотношение для скорости вихрей дорожки:

а) В случае обтекания симметричного стационарного профиля в виде

$$U'_0 = U_0 - \frac{1,5\delta + 2\pi\ell - \sqrt{2,25\delta^2 + 2\pi\delta\ell}}{4(\delta + \pi\ell)} U_1$$

б) В случае обтекания изогнутого стационарного профиля

$$U'_0 = U_0 - \frac{1,5\delta + 2\pi\ell - \sqrt{2,25\delta^2 + 2\pi\delta\ell}}{4(\delta + \pi\ell)} U_1 \cdot \cos\alpha$$

в) При обтекании машущего крыла

$$U'_0 = U_0 - \frac{1,5\delta + 2\pi\ell - \sqrt{2,25\delta^2 + 2\pi\delta\ell}}{4(\delta + \pi\ell)} \frac{U_1}{\cos \arctg V_1/U_1}$$

где  $U_0$  - скорость движения вихрей в системе координат, движущихся со скоростью потока.

Процесс формирования следа за обтекаемыми телами неразрывно связан с отрывом пограничного слоя. В работе предложена новая схема двумерного отрыва вихревых образований с обтекаемого профиля. Разработанная модель катящихся вихрей проверена на классической задаче об определении подъемной силы профиля в потоке. Доказано положение о тождественности силы Кориолиса, действующей на вихревой цилиндр, и подъемной силы Жуковского. На основе модели катящихся вихрей получен критерий двумерного отрыва потока на профиле, проверка которого на круговом цилиндре показала высокую точность метода определения угла отрыва.

В работе установлены условия самосохранения следовых характеристик потоков и найдены условия, определяющие их дальность распространения. В частности, установлено, что приближение следовых гидромеханических особенностей к свободной поверхности на глубину менее  $h < 0,011 U_1^2$  (м) ведет к появлению дополнительной силы, помогающей силе Жуковского разрушить вихревую дорожку.

Изучение влияния работы предлагаемых устройств на волно-

вой процесс на поверхности позволило найти критерий снижения волнообразования. Так, при колебаниях крыла амплитуду колебаний следует выбрать из соотношения

$$l > 1,76 \frac{U_1^2}{g},$$

где  $g$  - ускорение свободного падения.

Приведенные выше и ряд иных вспомогательных положений, которые получены в работе, позволили выработать предпосылки для оценки технических характеристик предлагаемых способов и устройств.

### 3. Экспериментальные исследования.

Поставленной задачей определился выбор контрольно-измерительной аппаратуры. Установление работоспособности предлагаемых устройств и проверка основных теоретических положений рассматриваемой работы сводится к установлению кинематических характеристик гидравлических потоков (значений средних скоростей и скоростных полей потоков). Поэтому для проведения экспериментов разработаны, сконструированы и построены времяпролетный датчик средних скоростей движения плавающих лесоматериалов и лазерный доплеровский измеритель скорости. При этом первый из приборов определяет интегральную характеристику потока в виде значения его средней скорости, а второй позволяет измерять скоростное поле потока.

Времяпролетный датчик скорости (рис.2) представляет собой оптический прибор, регистрирующий продвижение модельных сплавных единиц при их прохождении серии узких световых пучков. В качестве источника света датчика выбран He-Ne лазер I типа Ш-75-I с выходной мощностью пучка 25 мвт при длине волны излучения  $\lambda = 6328 \text{ \AA}$  с угловой расходимостью не более 2,9 мрад. При столь малой расходимости пучка не требуется оптических устройств для его дофокусировки, что упрощает схемное решение.

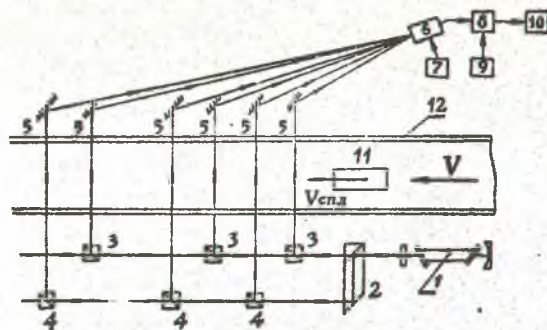


Рис.2. Блок-схема времяпролетного датчика.

На приведенной схеме указаны:

- 1 - лазер;
- 2 - светоделительная призма;
- 3,4 - светоделительные кубики;
- 5 - поворотные металлические зеркала;
- 6 - фотоумножитель; ФЭУ-68;
- 7 - стабилизированный источник питания ФЭУ;
- 8 - транзисторный согласующий усилитель;
- 9 - источник питания усилителя;
- 10 - шлейфовый осциллограф;
- 11 - модель сплавной единицы.

При прохождении по гидравлическому лотку 12 модели лесосплавной единицы последовательно перекрываются различные лучи, пересекающие гидротоки. Это вызывает модуляцию светового потока на фотокатод ФЭУ и, следовательно, появление электрического сигнала, записываемого шлейфовым осциллографом.

Принцип действия лазерного доплеровского измерителя состоит в том, что частота лазерного луча, рассеиваемого от движущегося объекта, меняется в зависимости от величины и направления его скорости. В качестве рассеивающих центров используются частицы примесей, содержащихся в технической чистой воде. В основу прибора кладется абсолютный принцип измерения и он не нуждается в тарировках.

Из большого разнообразия лазерных доплеровских измерителей скорости для осуществления программы экспериментов была выбрана схема для измерения двух компонент скорости, представляющая собой два канала измерения идентичных между собой и развязанных за счет частотного сдвига (рис.3).

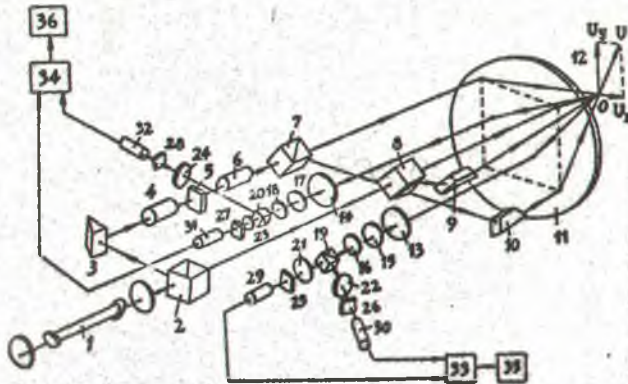


Рис.3. Оптическая схема ЛДИСа.

Элементы оптической схемы ЛДИСа имеют следующие обозначения:

- 1 - лазер;
- 2 - светоделительный кубик;
- 3 - треугольная поворотная призма;
- 4,5,6 - однополосный частотный модулятор;
- 7,8 - поляризационный расщепитель, представляющий собой модифицированные призмы Франка-Риттера;
- 9,10 - поворотные призмы;
- 11 - линза фокусирующая;
- 12 - измерительный объем;
- 13,14 - собирающая линза;
- 15,16 и 17,18 - коллимирующие объективы;
- 19,20 - призма-анализатор;
- 21-24 - линзы;
- 25-28 - диафрагмы;
- 29-32 - фотоприемники;

33,34 - дифференциальные усилители;

35,36 - анализаторы спектра (например, С4-25).

Основными задачами экспериментального изучения искусственных гидравлических потоков, формируемых предлагаемыми в настоящей работе устройствами, являлись:

1 - качественная проверка работоспособности разработанных устройств для формирования потоков и их пригодности для перемещения плавающих лесоматериалов. Основным методом решения задачи был избран контрольный проплав моделей сплавных единиц в соответствии с их масштабом в зоне действия моделей регуляторов. Оценка работоспособности производилась путем визуального наблюдения за движением моделей сплавных единиц.

2 - оценка качественного соответствия структуры искусственных потоков выдвинутым теоретическим гипотезам. Решение этого вопроса производилось на основе визуализации течений с регистрацией на фото- и кинолентку.

3 - количественная проверка теоретических выводов путем систематических измерений кинематических и транспортных характеристик потоков, формируемых разработанными способами. Основные инструменты этого этапа исследования - времяпролетный датчик и ЛДИС.

4 - количественное изучение вопросов формирования транспортных гидравлических потоков, не имеющих теоретического решения, но важных с точки зрения решения технологических задач. Метод решения вопросов аналогичен предыдущему и включает кроме того традиционные приборы как, например, трубка Пито-Прандтля.

5 - проверка работоспособности проектируемых устройств в условиях производства. Для этих целей разработан, изготовлен и испытан опытный образец регулятора скорости РСР-4.

#### 4. Проектируемые схемы использования разработанных схем транспорта лесоматериалов.

В результате проведенных теоретических и экспериментальных разработок предложены новые способы формирования искусственных гидравлических потоков, которые позволяют выработать целый ряд технологических схем перемещения плавающих лесоматериалов в условиях лесосплавных предприятий. При построении конкретных схем учтена не только существующая техноло-

гия, но и вероятное ее изменение в связи с потребностями производства, механизации и автоматизации производственных процессов. В качестве объектов использования предлагаемых устройств и способов ускорения, торможения и регулирования гидравлических потоков рассмотрены лесонаправляющие сооружения, участки подачи леса к главным воротам запани, транспортные коридоры и сортировочные дворики сортировочных устройств лесосплавных рейдов.

В связи с изложенным были разработаны схемы согласования работы предлагаемых регуляторов скоростей потоков с технологией сортировочных устройств лесосплавных предприятий и изложены принципы использования разработанных устройств для практики лесосплава.

Гаситель скорости потока ГСП-1 следует включать в технологический процесс работы сортировочного устройства лесосплавного рейда с учетом, прежде всего его дальности действия (рис. 4).

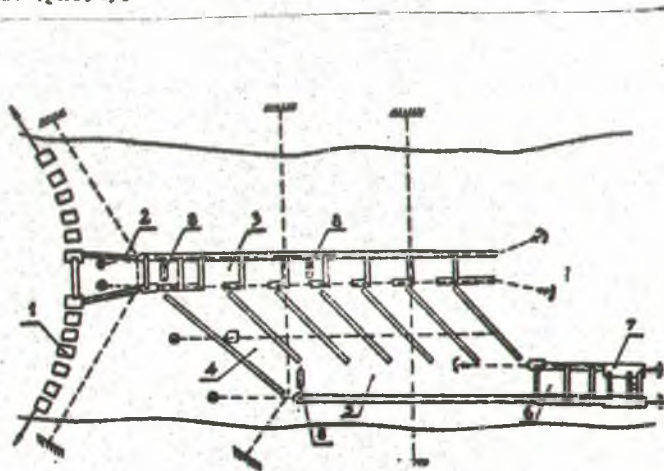


Рис. 4. Технологическая схема размещения гасителя в сортировочном устройстве сортировочной сетки.

Дальность действия гасителя определяется по снижению индустрированной скорости вдвое. При работе ко: блощегося профи- ля в режиме вращательных колебаний н: и установлена зависи-

мость дальности действия от параметров потока, из которой следует, что при возрастании скорости речного потока эффективность действия ГСП-I падает в связи с уменьшением его дальности. При использовании ГСП-I следует учитывать, что в этом случае добиться полной остановки потока невозможно. Степень гашения в данном случае определяется частотой взмахов крыла, изменение которой позволяет реализовать мобильное управление скоростью продвижения лесоматериалов.

Недостатком гасителя ГСП-I является то, что колебания профиля делают его подобным волнопродуктору. Волна в следе за колеблющимся профилем будет иметь минимальную амплитуду при удовлетворении полученному нами условию.

Гасители ГСП-I могут быть заменены регуляторами скорости потока РСП-I, которые имеют большую металлоемкость и энергоемкость за счет большего количества вращающихся элементов. Такие устройства предпочтительно устанавливать на коротких или ответственных участках сортировочных устройств.

РСП-2, используемый в качестве гасителя, имеет качественные и количественные показатели аналогичные регулятору РСП-I, но РСП-2 конструктивно проще РСП-I, что связано с уменьшением габаритов вращающихся элементов и их примыканием к наплавным сооружениям.

Регулятор РСП-3 обладает дальностью действия, зависящей от длины гибких связей, поэтому при установке регулятора в протяженных элементах сортировочного устройства его следует делить на секции длиной 50-70 метров. Расчеты показывают, что удельные затраты мощности на единицу длины регулируемого потока в данном случае значительно снижаются по сравнению с существующими гидравлическими ускорителями. Равномерность скоростного поля при работе РСП-3 определяется расстановкой его пластин вдоль потока и может быть сделана очень высокой. Степень волнообразования на поверхности потока при работе РСП-3 сравнима с действием гасителя ГСП-I.

Регулирование скоростей и мобильность управления этим процессом при работе РСП-3 дают возможность автоматизировать процесс продвижения лесоматериалов по сортировочному дворику.

Регулятор скорости потока РСП-4 разработан в двух вариантах: с надводным и подводным исполнением приводной станции. Предложены технологические схемы использования разработанных



устройств (рис.5).

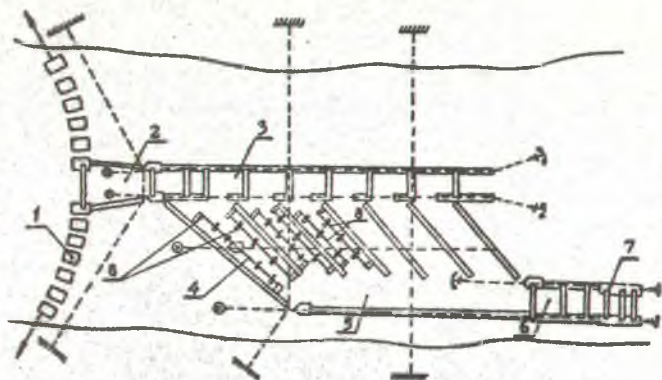


Рис.5. Технологическая схема размещения регулятора РСР-4 в сортировочном устройстве сортировочной сетки.

Все рассматриваемые устройства могут быть использованы для работы в качестве гасителей скорости потока в молепроводах лесохранилища рейда. Основным требованием при этом является обеспечение требуемой глубины сплавного хода.

Регуляторы РСР-2 в этом отношении не критичны. При расстановке РСР-4 вдоль ограждений молепровода ограничений сплавного хода по глубине не происходит. Остальные схемы требуют согласования сплавной глубины со степенью относительного уменьшения поверхностной скорости и энергетическими затратами на привод.

В разделе приведены сравнительные характеристики устройств для регулирования кинематических характеристик потоков и сделаны рекомендации по подбору параметров регуляторов для решения различных задач транспортировки плавающих лесоматериалов.

##### 5. Производственные испытания регулятора скорости потока РСР-4.

Опытный образец регулятора скорости потока РСР-4 был испытан на Верхнегородковском рейде объединения "Камлесослав". При этом была выбрана предельно простая конструктивная схема,

позволяющая проверить прежде всего основные положения нового принципа формирования потока.

При проведении испытаний гребной вал регулятора РСП-4 устанавливается параллельно бону сортировочного дворика на расстоянии два метра от него. Гребной вал заглубляется под поверхность воды на 0,3 и 0,4 метра. Измерения скоростей были выполнены гидрометрической вертушкой ГР-21 на глубине 15 см от поверхности воды при отсутствии естественных скоростей течения.

В результате испытаний установлено, что опытный образец регулятора скорости потока с электродвигателем установленной мощностью 3 квт с гребным валом длиной 16 метров, при резерве мощности 1,5 квт для увеличения длины гребного вала дополнительно на 12 метров, с использованием пяти гребных винтов диаметром 250 мм показал следующие результаты:

1. Был сформирован транспортный поток длиной 20 метров, шириной 4 метра со средней скоростью 0,3 м/с.
2. Относительная неравномерность скорости по длине потока составляла не более 32%.
3. Коэффициент качества имел значение 17 м/квт.
4. Контрольный проплав лесоматериалов показал возможность продвижения лесоматериалов и надежность работы регулятора скорости РСП-4.
5. Регулятор РСП-4 может быть использован как в качестве гидравлического ускорителя, так и в качестве гасителя поверхностной скорости речного потока.

#### ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Недостатки существующих способов продвижения лесоматериалов привели к необходимости поисков новых способов формирования искусственных гидравлических потоков, имеющих характеристики, которые обеспечивают увеличение производительности лесосплавных предприятий, работающих в условиях неблагоприятных скоростных режимов естественного потока.

Проведенные исследования позволили разработать и теоретически обосновать новые схемы регуляторов скоростей потока, выработать практические рекомендации для использования предложенных схем в технологических процессах лесосплавных предприятий и получить ряд выводов и рекомендаций для внедрения

результатов исследований в производство.

Теоретические и экспериментальные исследования по рассмотренной в диссертации проблеме позволили получить следующие результаты:

1. Разработаны схемы регуляторов скорости поверхностной части потока новых типов и принципы их использования для осуществления гидротранспорта лесоматериалов, позволяющие повысить производительность труда за счет улучшения транспортных свойств формируемых течений.

2. Результаты испытаний опытного образца регулятора скоростей потока подтвердили основные теоретические положения о формировании искусственных гидравлических потоков динамическими системами с распределенными параметрами. При этом установлено, что по сравнению с известными способами улучшаются не только количественные, но и качественные характеристики потоков.

3. Разработаны схемы согласования работы регуляторов скорости потока с существующей технологией лесосплавных предприятий. Определена экономическая эффективность внедрения новых способов формирования искусственных потоков в производство.

4. Разработаны теоретические положения, описывающие процесс формирования из пограничного слоя на нестационарном профиле различного вида следовых течений.

5. Получены теоретические критерии отрыва пограничного слоя в двумерном случае обтекания твердого тела.

6. Теоретическим путем решены задачи определения основных технических характеристик разработанных устройств и найдены условия их воздействия на свободную поверхность и русло водотока.

7. В процессе работы созданы лазерные измерители скорости на основе доплеровского эффекта и времяпролетного принципа. Отработаны методики использования этих приборов для выполнения запланированной программы экспериментов.

8. Показано большое народнохозяйственное значение совершенствования средств транспортировки лесоматериалов на лесосплавных предприятиях.

9. Внедрение полученных результатов работы в производство позволяет уменьшить, а в отдельных случаях и полностью устранить размыв русла в местах установки предлагаемых устройств.

Это благоприятно скажется на охране окружающей среды.

Ю. Научно обосновано новое направление дальнейшего развития транспорта лесоматериалов на лесосплавных предприятиях.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. А.с. 891833 (СССР). Способ гашения энергии поверхности части речного потока. (Ю.Я.Дмитриев, А.Г.Поздеев. - Оpubл. в Б.И., 1981, № 47).

2. Поздеев А.Г. Усовершенствовать технику и технологию гидротранспорта лесоматериалов путем использования гасителей скоростей потока на основе нестационарных гидродинамических профилей. - Отчет по теме Минвуза РСФСР "Человек и окружающая среда", № Государственной регистрации 0182.1000942, инв. № 02826022392. - Йошкар-Ола: 1981. - 25с.

3. Поздеев А.Г. Определение теоретической циркуляции скорости нестационарных профилей, используемых в качестве гасителей скоростей течения. - М.: ВНИПИЭИЛеспром, 1983. - 25с.

4. Поздеев А.Г. Использование течения в следе за нестационарным профилем для регулирования характеристик водного потока. - М.: ВНИПИЭИЛеспром, 1983. - 23с.

5. Положительное решение на изобретение (СССР), 3574260, от 27.10.1983. Способ гашения энергии поверхностной части речного потока (А.Г.Поздеев).

6. Положительное решение на изобретение (СССР), 3568708/29-15/045980/, от 28.04.1984. Способ гашения энергии потока в открытом русле. (А.Г.Поздеев).

7. Положительное решение на изобретение (СССР), 3596905/27-II/080964/, от 26.06.1984. Устройство для ускорения транспортного гидравлического потока. (А.Г.Поздеев).

8. Положительное решение на изобретение (СССР), 3657669/27-II/150723/, от 23.08.1984. Гидравлический ускоритель потока для лесосплава. (А.Г.Поздеев, Ю.Я.Дмитриев).

Поздеев Анатолий Геннадьевич  
ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ НА ЛЕСОСЛАВНЫХ  
ПРЕДПРИЯТИЯХ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ  
ПОТОКОВ

Подписано к печати 8 января 1965 года. Э - 00117.  
Заказ 4 . Тираж 100. Объем I п.л. Формат 60 - 64/18.  
Бумага писчая № I.

Отпечатано в Марийском ордена Дружбы народов  
политехническом институте им. А.М. Горького