

поэтому часто топляки выгружают на берег «кострами». А это ведет к большим затратам при их последующей разборке.

Имеющиеся технические средства для подъема топляков несовершенны, агрегаты типа ЛС-41 малопроизводительны, не могут осваивать затонувшие хлысты, нет отечественных средств для обнаружения топляков и определения их запасов.

Наряду с совершенствованием и разработкой средств обнаружения, подъема и перевозки топляков на рейдах, требуется решать вопросы очистки топляков от ила, грязи, остатков коры и утилизации этих сопутствующих компонентов с последующим использованием, например в качестве удобрения.

Много нерешенных вопросов и в пунктах использования топляков, начиная с выгрузки на берег, хранения и кончая реализацией готовой продукции. Необходим поиск решений, например по технологии хранения топляков под водой, их интенсивной сушке и других, предупреждающих это сырье от разрушения. Нуждается в увязке техника и технология производства полуфабрикатов и конечной продукции из топляков с породным составом, геометрическими параметрами, запасами топляков.

Рассмотренные проблемы не охватывают всей экологии лесосплава. Наряду с техническими и технологическими решениями, необходимы организационные, социологические, глубокие экономические работы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Белов М. М. Влияние лесосплава на качество вод р. Лены // Лесн. пром-сть.— 1988.— № 5.— С. 22. [2]. Евстратов В. А. Определение плотности древесины гамма-методом // Экспресс-информ: Сер. Целлюлоза, бумага и картон / ВНИПИЭИлеспром.— М., 1986.— Вып. 15.— С. 12—13. [3]. Пятакин В. И. Проблемы повышения плавучести круглых лесоматериалов.— М.: Лесн. пром-сть, 1976.— 264 с.

Поступила 14 июля 1989 г.

УДК 630*383.2

ОБОСНОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО СПОСОБА НАМОРАЖИВАНИЯ ЛЕДЯНЫХ ПЕРЕПРАВ

П. Н. ГАГАРИН

Архангельский лесотехнический институт

В настоящее время, наряду с наливными механизмами для возведения ледяных переправ, начинают использовать различные дождевальные устройства большой производительности намораживания. фирна. Однако существуют некоторые ограничения применения таких устройств, например, при сохранении промоин в течение длительного времени (до месяца и более) после начала общего ледостава. Такие явления характерны для быстрых стрежневых течений, часто на водотоках средней и малой ширины. При этом для более раннего начала заливки часто прибегают к экологически вредным способам снижения влияния течения на ледяной покров — завалам русел рек древесными отходами, деревьями и др.

В подобных случаях целесообразно применять способ намораживания естественного льда путем гашения скорости прилегающего к нему слоя воды. Это достигается установкой минимум двух рядов экранов выше и ниже по течению от места намораживания. Экраны устанавливаются в прорези, выполненные в первоначальном ледяном по-

кrove, их высота не должна превышать $1/3-1/2$ глубины потока. Испытания способа в натуральных условиях описаны в работе [5].

На кафедре водного транспорта леса и гидравлики АЛТИ разработана интегральная математическая модель динамики жидкости вблизи одного или двух экранов в связи с ее влиянием на верхнюю границу потока, а также выполнены натурные и лабораторные исследования, часть из которых приведена здесь.

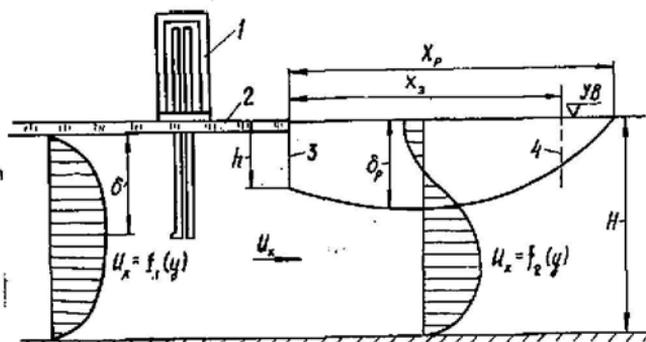


Рис. 1. Схема рециркуляционного течения в гидрлотке: 1 — трубка Пито; 2 — поверхность, имитирующая сопротивление ледяного покрова; 3 — первичная пластина; 4 — вторичная пластина

Исследования проводили в гидрлотке с регулируемой скоростью течения u_x и глубиной H (рис. 1). Имитация ледяного покрова как гидравлического сопротивления осуществлялась плоской поверхностью 2, к которой крепилась металлическая пластина 3 переменной высоты h . Для удобства эксперимента поверхность над возникающим за пластиной рециркуляционным течением оставалась открытой. Вторичная пластина 4, также переменной высоты, при необходимости крепилась к прозрачным стенкам гидрлотка на различных расстояниях x_3 . В поверхности, имитирующей сопротивление ледяного покрова, были выполнены отверстия для измерения местных максимальных скоростей невозмущенного потока с помощью трубки Пито 1 ($u_x \geq 0,05$ м/с) и ввода раствора перманганата калия для проведения визуальных наблюдений за течением. Стабильность профиля скорости течения по вертикали поддерживалась гидросопротивлениями в виде мелкоячеистых решеток на входе и выходе лотка. На прозрачной стенке последнего была нанесена масштабная сетка для фиксации геометрических параметров рециркуляционного течения, возникающего от действия первичного экрана (пластины 3).

В структуре таких течений важную роль играет коэффициент сжатия транзитного потока

$$\varepsilon = \frac{H - \delta_p}{H - h},$$

где δ_p — максимальная толщина отрывной зоны рециркуляции.

Поток моделировали по критерию Фруда как параметру, характеризующему инерционность. При изменении скорости потока u_x и линейных размеров H и h значение F_r колебалось от 0,028 до 0,106 (по H) и от 0,040 до 0,144 (по h).

Эти пределы охватывают практически все интересующие нас естественные водотоки, начиная от мелких быстрых и кончая глубокими тихими течениями.

Кроме того, соблюдалось подобие по турбулентному числу Рейнольдса, характеризующему влияние сил пульсационной вязкости. Допуская аналогию со струйными течениями, имеем коэффициент вязкости как в натуре, так и на модели [3, с. 104]:

$$\nu_{\tau} = \kappa \delta (u_{x \max} - u_{x \min}),$$

где κ — эмпирическая постоянная ($\kappa = 0,0094 \dots 0,010$);
 $u_{x \max}$, $u_{x \min}$ — максимальная и минимальная продольные скорости в пограничном слое толщиной δ .

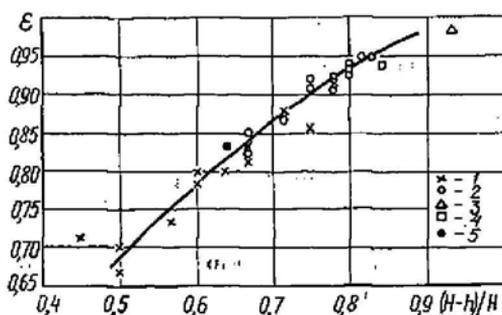
Полагая, что δ является линейным параметром числа Рейнольдса; а u_{\min} на твердых границах потока природы и модели равна нулю, имеем подобие:

$$Re_{\delta} = Re_{\kappa} = \frac{1}{\kappa}.$$

Шероховатости верхней и нижней границы модели течения таковы, что отношение δ/H оказалось равно 0,5, что сравнимо со средним натурным значением в начальный период роста ледяного покрова [3, с. 61].

Для определения коэффициента сжатия начальный участок нижней границы отрывной области рециркуляции фиксировался на масштабной сетке при визуальных наблюдениях за течением. Зависимость коэффициента сжатия от геометрического параметра $(H-h)/H$ показана на рис. 2. Множество эмпирических точек описывается плавной

Рис. 2. Экспериментальная зависимость коэффициента сжатия. Лабораторные исследования: 1 — $h = 0,06$ м; 2 — $h = 0,04$ м; натурные исследования: 3 — $h = 0,7$ м (р. Северная Двина); 4 — $h = 1,0$ м; 5 — $h = 1,0$ м (р. Пинега)



кривой. Из графика можно заключить, что толщина δ_p отрывной зоны в данных условиях, как правило, находится в пределах $1,2 \dots 1,4 h$. Здесь же приведены опытные точки, полученные из анализа скоростных профилей транзитного потока в натуральных условиях в начальный период ледостава. Натурные исследования проводили на р. Северной Двине (один створ) и р. Пинеге (два створа). Следует отметить, что коэффициент сжатия, полученный для идеального потока методом конформного отображения [2], в наших условиях неприемлем из-за существенного различия по величине.

По данным ряда исследователей [4, 6, 7], длина зоны рециркуляции x_p , измеренная в гидрлотках и аэродинамических трубах, варьирует от $6h$ до нескольких десятков, несмотря на то, что при развитой турбулентности она не зависит от скорости.

Значение x_p определяли с помощью нанесения плавающего порошка на поверхность воды непосредственно за пластиной и последующего замера той его части, которая оказалась «прижатой» к пластине возвратным течением. В 24 опытах (параллельно с замерами ϵ), независимо от вариации параметра $(H-h)/H$ и скорости потока, длина x_p оказалась в пределах от 6 до 7 δ_p .

Это говорит о том, что при анализе длины зоны рециркуляции за масштабную единицу следует принимать не высоту препятствия h , а толщину этой зоны δ_p . Анализ структур рециркуляций, приведенных в указанных работах, показал приемлемость данного вывода и достоверность полученного нами результата. Максимальные скорости встречных течений, прилегающих к верхней границе потока, наблюдаются в средней части рециркуляции и достигают лишь 0,2...0,3 скорости транзитного потока.

Поскольку на размыв ледяного покрова большое влияние оказывает механическое трение прилегающего слоя жидкости, пропорциональное приблизительно квадрату скорости течения, то целесообразно дальнейшее ее снижение. Этого можно добиться установкой вторичного экрана в пределах зоны рециркуляции первичного.

Что касается моделирования данного процесса, то оценку динамики жидкости между пластинами удалось сделать только визуально, из-за крайне малых осредненных скоростей течения. Так, при установке вторичной пластины на расстоянии 3,5...4,0 δ_p от первичной состояние поверхности жидкости между ними очень близко к состоянию покоя. Данный эффект может сохраняться с дальнейшим ростом x_2 , если пропорционально увеличивать высоту вторичного экрана. Вместе с тем, ограничение по высоте h , оговоренное выше, должно выполняться. Высоту первичного экрана в натуральных условиях целесообразно принимать не менее 1 м.

Лабораторные исследования показали, что при увеличении расстояния x_2 более 9...10 δ_p влияние вторичного экрана на рециркуляцию первичного прекращается. При необходимости расширения поля намораживания следует увеличивать рядность экранов, но с тем учетом, что их действие сохраняется выше и ниже по течению от крайних рядов [5].

Кроме экологического эффекта, использование данного способа намораживания переправ позволит в начальный период ледостава увеличить скорость роста льда в 3—4 раза по сравнению с естественным ростом. При этом образуется прозрачный лед, значительно более прочный, чем получаемый при наливе. Этот способ можно сочетать с намораживанием льда традиционными методами.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Гришанин К. В. Динамика русловых потоков.—Л.: Гидрометеонздат, 1979.—312 с. [2]. Емцев Б. Т. Техническая гидромеханика.—М.: Машиностроение, 1978.—463 с. [3]. Справочник по теории корабля. Т. 1 / Под ред. Я. И. Войткусского.—Л.: Судостроение, 1985.—768 с. [4]. Турбулентные сдвиговые течения. Т. 1 / Пер. с англ.; Под ред. А. С. Гиневского.—М.: Машиностроение, 1982.—432 с. [5]. Харитонов В. Я., Гагарин П. Н. Река промерзает быстрее // Лесн. пром-сть.—1989.—№ 3.—С. 24—25. [6]. Arie M., Rouse H. Experiments in two-dimensional flow over a normal wall // Fluid Mech.—1956.—1/2.—P. 129—141. [7]. Bradshaw P., Wong F. Y. F. The reattachment and relaxation of a turbulent shear layer // Fluid Mech.—1972.—52/1.—P. 113—135.

Поступила 11 августа 1989 г.

УДК 630*377.44.001

ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ ГИДРОМАНИПУЛЯТОРА БЕСЧОКЕРНОГО ТРЕЛЕВОЧНОГО ТРАКТОРА ТБ-1 В ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ УСЛОВИЯХ

В. С. КРАЛИН, Ю. Н. ЛОГИНОВ

Уральский лесотехнический институт

Низкая надежность лесозаготовительных машин, оборудованных манипуляторами, — одна из причин снижения их производительности до 30 % [4]. Поэтому важно знать уровень надежности, а также его изменение при модернизации машин и в разных условиях их эксплуатации.

Цель данной статьи — количественная оценка вероятности безотказной работы металлоконструкции гидроманипулятора бесчокерного трелевочного трактора ТБ-1 в реальных условиях эксплуатации. В настоящее время для этого чаще всего используют непараметрические методы оценки надежности, основанные на статистике отказов, которая не позволяет проанализировать влияние конструктивных и технологических параметров на вероятность безотказной работы лесозаготовительных машин.

Использование параметрических методов осложнено наличием громоздкого математического аппарата и чрезвычайно большим объемом исходной статистической информации о динамической нагруженности машин, которую довольно сложно получить в реальных условиях эксплуатации.

В общем виде вероятность безотказной работы металлоконструкции гидроманипулятора ТБ-1 (R) выражается формулой [2]

$$R = \int_0^{\infty} f(\sigma) \left[\int_0^{\infty} f(r) dr \right] d\sigma = \int_0^{\infty} f(r) \left[\int_0^r f(\sigma) d\sigma \right] dr, \quad (1)$$

где $f(\sigma)$ — плотность распределения напряжений σ ;

$f(r)$ — плотность распределения несущей способности r .

Анализ формулы (1) показывает, что для определения (R) достаточно знать плотность распределения $f(r)$ несущей способности r и плотность распределения $f(\sigma)$ напряжений σ . Под несущей способностью металлоконструкции в данной задаче понимается одна из важнейших механических характеристик — предел текучести σ_T материала. В справочной литературе [1] приводятся параметры и вид закона распределения величины σ_T для различных материалов. В большинстве случаев предел текучести σ_T низколегированных сталей достаточно точно описывается нормальным законом распределения. Вид закона распределения действующих напряжений определяют экспериментальным путем. Анализ данных, приведенных в литературе [3], показал, что в большинстве случаев напряжения, действующие в металлоконструкции лесозаготовительных машин, подчиняются нормальному закону распределения. В случае нормального распределения величин σ и r формула для определения вероятности безотказной работы имеет вид [2]