

Новый метод задания дисперсии неровностей микропрофиля (4) позволяет более полно отобразить физическую сущность процесса возбуждения колебаний и может быть взят за основу при обобщении результатов исследований статистических характеристик микропрофилей опорных поверхностей.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Гришин В. К. Статистические методы анализа и планирования экспериментов.— М.: МГУ, 1975.— 128 с. [2]. Динамика системы дорога — шина — автомобиль — водитель / Под ред. А. А. Хачатурова.— М.: Машиностроение, 1976.— 535 с. [3]. Колебания автомобиля. Испытания и исследования / Под ред. Я. М. Певзнера.— М.: Машиностроение, 1979.— 208 с. [4]. Пархилловский И. Г. Автомобильные листовые рессоры. Теория, расчет и испытания.— М.: Машиностроение, 1978.— 232 с. [5]. Перетятко Б. Т., Бильк Б. В. Оценка точности аппроксимации корреляционных функций микропрофиля дорожной поверхности // Исследование лесопромышленных тракторов: Тр. / ЦНИИМЭ.— Химки, 1982.— с. 78—81. [6]. Ротенберг Р. В. Подвеска автомобиля.— 3-е изд., перераб. и доп.— М.: Машиностроение, 1972.— 392 с. [7]. Силаев А. А. Спектральная теория поддресоривания транспортных машин.— 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Машиностроение, 1972.— 192 с.

Поступила 24 ноября 1986 г.

УДК 630\*378.34

### ИНЕРЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛОТОВ ПРИ ПЕРЕМЕННОЙ ВЕЛИЧИНЕ ПРИСОЕДИНЕННОЙ МАССЫ

Л. В. МЕЛЬНИКОВ, А. А. МИТРОФАНОВ, К. А. ЧЕКАЛКИН

Архангельский лесотехнический институт

Торможение плотов в пунктах остановки при наличии скоростей течения делится на свободную и активную стадии. Поскольку при свободном торможении плота его техническая скорость даже при бесконечной длительности торможения всегда выше скорости течения в реке  $v_p$  [1], то активная стадия торможения будет непременно иметь два этапа. На первом этапе техническая скорость движения плота  $v$  гасится от скорости его подхода к пункту остановки  $v_n$  ( $v_n > v_p$ ) до скорости течения  $v_p$ , на втором — от  $v_p$  до нуля.

Если результаты исследования неравномерного движения плота в неподвижной жидкости перенести на процессы остановки его в речном потоке, то свободное торможение плота и первый этап активного торможения уподобляется его торможению в неподвижной жидкости, так как скорость обтекания потоком уменьшится от относительной скорости буксировки до нуля. Второй этап активного торможения, с точки зрения гидродинамики, есть не что иное, как разгон плота в неподвижной жидкости, так как скорость его относительно потока возрастает от нуля до  $v_p$ .

Как известно, инерционные характеристики плотов (время и путь торможения) в значительной мере зависят от присоединенных масс. По исследованиям АЛТИ [2, 4], при торможении сортиментного плота в неподвижной жидкости коэффициент, учитывающий совокупное влияние присоединенных масс и нестационарности движения, определяют по формуле:

$$n = -0,137 + 0,413C + 27,16 e^{-4,60C}, \quad (1)$$

где  $C = \frac{B}{\sqrt{0,8LBT}}$ ;

$L, B, T$  — соответственно длина, ширина и осадка плота.

При разгоне плота в неподвижной жидкости, что соответствует второму этапу активного торможения плота в речном потоке, коэффициент совокупного влияния присоединенных масс и нестационарности движения, находят по формуле:

$$n = n_1 + n_2 \frac{v}{v_*}, \quad (2)$$

где  $n_1 = 0,469C - 0,369$ ;

$n_2 = 0,564C + 0,648$ ;

$v$  — относительная скорость обтекания плота речным потоком, изменяющимся от нуля до  $v_p$ ;

$v_*$  — скорость, определяемая по формуле  $v_* = \sqrt{\frac{P}{r}}$  ( $P$  — разность между тормозной силой, приложенной к плоту, и силой влечения плота от уклона;  $r$  — приведенное сопротивление воды движению плота).

Таким образом, на стадии свободного торможения и первом этапе активного торможения плота в речном потоке коэффициент совокупного влияния присоединенных масс и нестационарности движения зависит только от безразмерной геометрической характеристики плота  $C$ , на втором этапе активного торможения — от безразмерной скорости  $\frac{v}{v_*}$ , изменяющейся от нуля до единицы.

Хотя на втором этапе активного торможения этот коэффициент является величиной переменной, однако в работе [6], где определялись инерционные характеристики плотов при остановке (длительность торможения и тормозной путь), для упрощения решения задач он был принят постоянным. Для этого коэффициент совокупного влияния, найденный по формуле (2), осредняли по всему пути торможения на втором этапе с использованием выражения:

$$n = n_1 + 0,5n_2. \quad (3)$$

Попытаемся здесь установить ошибки в конечных результатах расчетов длительности торможения и тормозного пути указанным осреднением. Для этого сравним результаты приближенных и точных расчетов инерционных характеристик для конкретного плота и конкретных гидрологических условий рейда приплава.

С введением выражения (2) в дифференциальное уравнение движения плота при торможении на втором этапе оно примет вид

$$M_1 \left( 1 + n_1 + n_2 \frac{v}{v_*} \right) \frac{dv}{dt} = rv^2 - P, \quad (4)$$

где  $M_1$  — масса древесины в плоту;

$r$  — приведенное сопротивление воды движению плота;

$v$  — переменная относительная скорость движения плота на втором этапе активного торможения, изменяющаяся от нуля до  $v_p$ .

Длительность торможения плота на этом этапе

$$t_2 = M_1 \int_0^{v_p} \frac{\left( 1 + n_1 + n_2 \frac{v}{v_*} \right) dv}{rv^2 - P}. \quad (5)$$

Для оценки ошибок осреднения сравним результаты расчетов длительности торможения для одного и того же плота при остановке в одинаковых условиях одной и той же тормозной силой по формуле (5) и по формуле:

$$t_2 = \frac{M_{01}}{\sqrt{rP}} \operatorname{arth} \sqrt{\frac{r}{P}} v_p, \quad (6)$$

заимствованной из работы [6].

Здесь  $M_{01}$  — действующая масса плота;

$$M_{01} = M_1 (1 + n_1 + 0,5n_2) = \text{const.}$$

Длину тормозного пути при переменном значении коэффициента совокупного влияния присоединенных масс и нестационарности движения можно найти, решая дифференциальное уравнение:

$$M_1 \left( 1 + n_1 + n_2 \frac{v}{v_*} \right) v dv = [r (v_p - v)^2 - F + R_i] dS, \quad (7)$$

откуда

$$S_2 = \int_0^{v_p} \frac{M_1 \left( 1 + n_1 + n_2 \frac{v}{v_*} \right) v dv}{r (v_p - v)^2 - F + R_i}, \quad (8)$$

где  $F$  — тормозная сила, прикладываемая к плоту;

$R_i$  — сила влечения плота от уклона.

Интеграл (8) решим численным методом на ЭВМ, и результаты решения сравним с результатами расчетов по упрощенной формуле [6], при выводе которой использовано осредненное значение указанного коэффициента:

$$S_2 = v_p t_2 - \frac{M_{01}}{r} \ln \operatorname{ch} \frac{\sqrt{rP}}{M_{01}} t_2. \quad (9)$$

Интегралы (5) и (8) решали на ЭВМ «Наири-3-1» методом Симпсона для плотов габаритами  $415 \times 80 \times 1,6$  м и  $650 \times 33 \times 1,6$  м при остановке в пункте прибытия тормозной силой  $F = 588,6$  кН (60 т · с). Время и путь торможения даны в таблице при различных значениях скорости течения реки в пункте остановки.

Инерционные характеристики плотов  
на втором этапе активного торможения

Скорость течения в пункте остановки $v_p$ , м/с	Тормозной путь, м		Время торможения, с	
	по формуле (8) методом Симпсона	по формуле (9)	по формуле (5) методом Симпсона	по формуле (6)

Плот  $415 \times 80 \times 1,6$  м

0,50	7,82	11,10	33,05	45,29
0,75	18,68	25,95	54,61	70,18
1,00	35,58	47,40	81,73	98,66
1,25	60,32	76,32	118,22	133,58
1,50	96,23	116,29	173,93	182,25

Плот  $650 \times 33 \times 1,6$  м

0,50	3,34	4,25	13,92	15,93
0,75	7,85	10,28	22,37	24,28
1,00	14,64	18,56	32,21	33,25
1,25	24,11	28,71	43,94	43,30
1,50	36,84	42,35	58,45	54,51

Из сравнения результатов расчетов видно, что инерционные характеристики, полученные по упрощенным формулам, в большинстве случаев значительно превышают соответствующие величины при перемен-

ном значении коэффициента совокупного влияния присоединенных масс и нестационарности движения. Максимальные расхождения для тормозного пути 28 %, для времени торможения до 27 %. Расхождения довольно значительны, особенно при небольших скоростях течения, и не учитывать этого нельзя, а тем более неправомерно пренебрегать учетом коэффициента совокупного влияния присоединенных масс и нестационарности движения, как это делается в работах [5, 7].

Интегралы (5) и (8) решаются в явном виде [3]. Результаты решения на ЭВМ и по формулам работы [3] имеют весьма незначительные расхождения только при скорости 1,5 м/с (около 3 %), поэтому при расчетах инерционных характеристик плотов при остановке на втором этапе активного торможения можно применять оба способа.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Мельников Л. В., Чекалкин К. А. О свободном торможении плота в речном потоке // Лесн. журн.— 1985.— № 2.— С. 43—46.— (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Митрофанов А. А. Натурная проверка результатов модельных исследований неустановившегося движения плотов // Тр. / АЛТИ.— 1972.— Вып. 33.— С. 58—66. [3]. Митрофанов А. А. Некоторые уточнения к расчету инерционных свойств плотов // Лесн. журн.— 1973.— № 5.— С. 47—51.— (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Митрофанов А. А., Чекалкин К. А. Результаты исследования на моделях неустановившегося поступательного движения плотов // Тр. / АЛТИ.— 1972.— Вып. 33.— С. 53—58. [5]. Плоты (конструкция, эксплуатация, технология) / Под ред. М. Н. Фоминцева.— М.: Лесн. пром-сть, 1978.— 216 с. [6]. Чекалкин К. А. Об оптимальном режиме торможения плотов при остановке в пунктах прибытия // Лесн. журн.— 1973.— № 1.— С. 45—51.— (Изв. высш. учеб. заведений). [7]. Щербakov В. А. Лесославные рейды.— М.: Лесн. пром-сть, 1979.— 248 с.

Поступила 27 января 1987 г.

УДК 630\*376

## ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕРТОЛЕТОВ НА ЛЕСОЗАГОТОВКАХ В ГОРАХ КAVKAZA

В. А. ГОРДИЕНКО

Кавказский филиал ВНИИЛМа

В соответствии с лесным законодательством, промышленные рубки леса в горах Северного Кавказа, при трелевке леса тракторами и канатными установками, на склонах от 20 до 30° ограничены, а свыше 30° — запрещены. Это объясняется тем, что механизмы, особенно гусеничные тракторы, пагубно влияют на средозащитные функции горных лесов (почвозащитные, водоохранные, водорегулирующие и т. д.).

Вместе с тем, в горных лесах Кавказа произрастает около 20 % ценных дубовых и буковых лесов страны. Вот почему именно здесь вертолету как средству доставки древесины с лесосек к автомобильным дорогам, стали уделять большое внимание.

Первые эксперименты с использованием вертолетов Ми-4 (грузоподъемность 1,3 т) были проведены в Краснодарском крае в 1954 г., а вертолетов Ми-8 (грузоподъемность 3 т) — в 1969 г.

Однако по ряду экономических и технических причин [1] вертолеты не нашли применения на лесозаготовках, хотя более 30 % буковых лесов Кавказа до настоящего времени не осваиваются из-за недоступности для тракторов и канатных установок.

Рост потребности в буковой древесине, большие экономические издержки по ее импорту, а также положительный зарубежный опыт применения вертолетов в лесу побудили в конце 70-х гг. вернуться к исследованиям по применению вертолетов на лесозаготовках в горах.