

техн. наук.—Л.: ЛТА, 1983.—20 с. [5]. Тюрин А. В., Науменко И. М., Воробанов П. В. Лесная вспомогательная книжка.—М.—Л.: Гослесбумиздат, 1956.—400 с.

Поступила 8 мая 1985 г.

УДК 630*378.33

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ ТОРМОЗНОГО ПУТИ ПЛОТА ПРИ ОСТАНОВКЕ

В. М. АЗАРЕНКОВ

КомигипроНИИлеспром

При остановке плотов в речных условиях различают три этапа торможения. На первом этапе плот замедляет движение под влиянием силы сопротивления воды после прекращения или уменьшения действия силы тяги буксировщика. Второй этап — плот замедляет движение под действием тормозных средств от конечной скорости первого этапа до скорости течения потока. На третьем этапе скорость плота уменьшается от скорости течения до нуля.

В литературе нет формул расчета тормозного пути плота на первом этапе, хотя он не менее важен, чем последующие.

Без применения тормозных средств скорость плота на первом этапе может быть уменьшена до величины, определяемой уклоном водной поверхности. Это значение скорости плота является предельным для речных условий.

В извилистом фарватере реки трудно выбрать достаточно длинные и прямолинейные участки, на которых скорость плота может быть погашена таким способом до предельного значения. Поэтому длина участка торможения для первого этапа будет определяться путевыми условиями в местах остановки плотов.

Следовательно, и конечная скорость плота после первого этапа торможения в разных местах остановки будет различна.

Капитан плотобуксировщика должен знать, на каком расстоянии от опорной точки необходимо уменьшить или совсем прекратить тягу, т. е. он должен иметь информацию о длине тормозного пути в зависимости от скорости течения потока и относительной скорости движения плота.

Существуют формулы для расчета длины тормозного пути и времени торможения пучков, движущихся по инерции в тихой воде (при отсутствии течения) [4]. По этим формулам можно определить тормозной путь и время торможения и для плота, если вместо действующей массы пучков подставить значение действующей при остановке массы плота:

$$S_1 = \frac{M}{r} \ln \frac{v_0 - v_p}{v - v_p}, \quad (1)$$

S_1 — длина тормозного пути плота в тихой воде, м;

M — действующая при остановке масса плота, кг;

r — приведенное сопротивление плота (при скорости 1 м/с), Н · с²/м;

v_p — скорость течения, м/с;

v_0 — скорость движения плота до начала первого этапа торможения (путевая скорость), м/с;

v — конечная скорость движения плота после первого этапа торможения, м/с.

Время торможения плота на первом этапе (в тихой воде)

$$t = \frac{M}{r} \left(\frac{1}{v - v_p} - \frac{1}{v_0 - v_p} \right). \quad (2)$$

Эти формулы пригодны при расчетах тормозных параметров плотов в условиях водохранилищ, где тормозной путь и время торможения не ограничены путевыми условиями, поэтому скорость плота после прекращения тяги буксировщика только под воздействием силы сопротивления воды может быть погашена до нуля.

При наличии скорости течения, т. е. для речных условий, длина тормозного пути может быть определена следующим образом. Если рассматривать движение плота при остановке относительно воды, то его тормозной путь и время торможения определяются также по формулам (1) и (2). Но за это время под действием скорости течения плот относительно берега пройдет дополнительное расстояние S_2 , а общая длина тормозного пути на первом этапе при наличии скорости течения

$$S = S_1 + S_2, \quad (3)$$

где S — общая длина тормозного пути, м;

S_2 — дополнительный путь, обусловленный скоростью течения, м:

$$S_2 = v_p t. \quad (4)$$

Подставляя в формулу (4) значение t из формулы (2), получим:

$$S_2 = \frac{M}{r} v_p \left(\frac{1}{v - v_p} - \frac{1}{v_0 - v_p} \right). \quad (5)$$

С учетом формул (1) и (5) для длины тормозного пути на первом этапе

$$S = \frac{M}{r} \left[\ln \frac{v_0 - v_p}{v - v_p} + v_p \left(\frac{1}{v - v_p} - \frac{1}{v_0 - v_p} \right) \right]. \quad (6)$$

Для последующих этапов торможения существуют точные зависимости, полученные В. А. Щербаковым [3] и К. А. Чекалкиным [2].

Для практических расчетов тормозных средств и определения тормозного пути при остановке плота на втором и третьем этапах удовлетворительные результаты можно получить, используя приближенную зависимость А. А. Гоника [1], методически доработанную нами для расчета тормозных средств и тормозного пути плота.

Суть метода заключается в том, что весь диапазон изменения скорости плота на втором и третьем этапах разбивают на элементарные участки величиной 0,1—0,2 м/с и для каждого из них определяют длину, затем длины участков суммируют и находят общую длину тормозного пути.

Так, для второго этапа торможения, когда скорость плота изменяется от v до v_p , тормозной путь:

$$S' = \frac{M (v_1^2 - v_2^2)}{2F_T + r [(v_1 - v_p)^2 + (v_2 - v_p)^2]}, \quad (7)$$

где F_T — тормозная сила волокуш, лотов, якорей и т. д., Н;

v_1 — начальная скорость плота на элементарном участке, м/с;

v_2 — конечная скорость плота на этом участке, м/с;

S' — длина тормозного пути (элементарного участка), на котором скорость плота изменяется от v_1 до v_2 .

Для третьего этапа торможения, где скорость плота уменьшается от v_p до нуля, формула имеет вид:

$$S'' = \frac{M(v_1^2 - v_2^2)}{2F_T - r[(v_1 - v_p)^2 + (v_p - v_2)^2]} \quad (8)$$

Уравнения (7) и (8) отличаются тем, что в первом сила сопротивления потока увеличивает тормозную силу (знак плюс в знаменателе), во втором — влекущая сила, действующая на плот от потока, уменьшает тормозную силу (знак минус).

Время торможения плота на втором и третьем этапах находят путем деления длины элементарных участков торможения на среднюю скорость плота на этих участках.

Общее время определяют суммированием времени торможения по элементарным участкам.

Полученные зависимости прошли экспериментальную проверку при проведении в 1978—1982 гг. КомгипроНИИлеспромом научно-исследовательской работы по остановке плотов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Гоник А. А. Плотовой сплав леса.— М.: Гослесбумиздат, 1951.— 242 с. [2]. Чекалкин К. А. Об остановке плотов в пунктах прибытия.— Лесн. пром-сть, 1963, № 3, с. 13—15. [3]. Щербаков В. А. Расчет пути и времени торможения пучковых плотов при остановках в пунктах приплава.— Науч. тр./ ЦНИИлесосплава, 1964, № 4, с. 92—105. [4]. Щербаков В. А. Лесосплавные рейды.— М.: Лесн. пром-сть, 1979.— 276 с.

Поступила 10 ноября 1984 г.