

УДК 630*378.7

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЗАПАШНЫХ ЯКОРЕЙ

А. А. МИТРОФАНОВ

Архангельский лесотехнический институт

На лесосплавных реках для крепления наплавных сооружений в качестве руслowych опор широко применяют запашные якоря разных конструкций: однорогие, двурогие, четырехрогие, Матросова [3]. В последнее время к ним добавились якоря конструкции ЦНИИлесосплава и Архангельского лесотехнического института [1, 4, 5], из которых для целей лесосплава больше подходит якорь ЦЛС-19, [5]. Все они различаются по конструкции, коэффициенту цепкости, держащей силе, способам установки и подъема, но практически одинаковы по характеру работы.

Цель данной работы — проанализировать особенности эксплуатации якорей в отрасли и попытаться дать некоторые рекомендации по более эффективному их применению в конкретных условиях.

Очевидно, что оптимально такое положение якоря, при котором угол α подхода шейки к веретену (рис. 1) равен нулю. В этом случае вертикальная составляющая силы отрыва якоря от грунта отсутствует и держащая сила максимальна. Однако длина шейки будет очень большой. В работе [2] рекомендуется принимать угол α равным $0,106$ рад. Хотя при этом (по сравнению с $\alpha = 0$) держащая сила несколько уменьшается, потребная длина шейки снижается до $6 \dots 10$ глубин реки в месте установки. Однако в ряде случаев такой способ крепления каната к якорю, наряду с большим расходом дефицитных стальных канатов, имеет и ряд существенных недостатков. Так, при креплении сооружений по схеме, приведенной на рис. 1, шейка часто мешает перемещению лесосплавных единиц и судов. Это имеет место в формировочных системах, у причалов и т. д. При креплении сооружений, требующих регулировки положения в заданном створе, например речных переправ, плиток формировочных систем и др., а также большой длине шейк, затрудняется сам процесс регулировки и его точность. Существенно и то, что общепринятая конструкция крепления ненадежна при динамических нагрузках. В судовой практике для сглаживания динамических нагрузок

на якорь в качестве якорного каната применяют цепи, однако их использование на лесосплавных предприятиях практически исключено из-за большого дефицита.

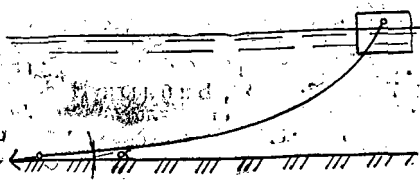


Рис. 1. Схема крепления при существующей технологии.

Многие лесосплавные предприятия, например Архангельского и Онежского промышленных узлов, работают в условиях приливо-отливных течений, поэтому крепить сооружения приходится с двух сторон.

Недостатки общепринятого крепления шейки к якорю в большинстве случаев могут быть устранены за счет установки дополнительных

грузов по схеме, изображенной на рис. 2. В результате уменьшается угол α и увеличивается β (рис. 3). При этом возрастает держащая сила якоря, значительно снижается потребная длина шейки, увеличивается угол ее подхода φ (см. рис. 2) к наплавному сооружению и улучшается работа системы при динамических нагрузках. В ряде случаев, в условиях приливо-отливных течений, когда скорости прилива небольшие, груз может выполнять и функцию гравитационной опоры. В этом случае дополнительное крепление не требуется.

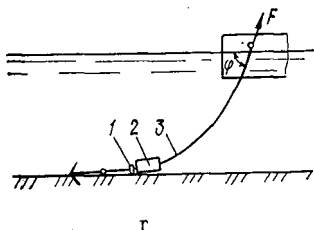


Рис. 2. Схема крепления с применением грузов: 1 — фиксатор; 2 — груз; 3 — шейма

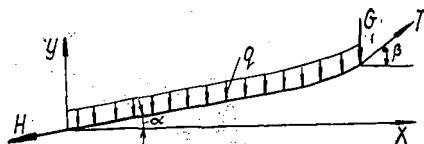


Рис. 3. Расчетная схема нагрузок в шейме

Для получения расчетных зависимостей рассмотрим схему начального участка шейки (рис. 3), где обозначено: G — вес груза во взвешенном состоянии; H — нагрузка на якорь; T — натяжение в шейме; q — вес 1 м длины каната во взвешенном состоянии. Так как система находится в равновесии, то суммы проекций сил на координатные оси равны нулю. Следовательно,

$$T \cos \beta - H \cos \alpha = 0; \quad (1)$$

$$T \sin \beta - G - W - H \sin \alpha = 0 \quad (2)$$

где W — вес каната длиной x .

Считая (с некоторым допущением) шейму на расстоянии L_n от точки закрепления за якорь до груза прямолинейной, получаем выражение для силы W :

$$W = qx / \cos \alpha. \quad (3)$$

Из уравнений (1) и (2) находим

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{T \sin \beta - G - W}{T \cos \beta}. \quad (4)$$

Так как

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{dy}{dx}, \quad (5)$$

то выражение (4) представим в виде дифференциального уравнения

$$\frac{dy}{dx} = \operatorname{tg} \beta - \frac{G}{T \cos \beta} - \frac{qx}{T \cos \beta \cos \alpha}. \quad (6)$$

Решение его имеет вид

$$y = x \operatorname{tg} \beta - \frac{Gx}{T \cos \beta} - \frac{qx^2}{2T \cos \beta \cos \alpha} + C, \quad (7)$$

где C — постоянная интегрирования (при $x = y = 0$ $C = 0$).

Принимая

$$y = x \operatorname{tg} \alpha; \quad x = L_n \cos \alpha, \quad (8)$$

получаем из (7) выражение для определения веса груза G во взвешенном состоянии:

$$G = \frac{2T \sin(\beta - \alpha) - qL_n \cos \alpha}{2 \cos \alpha} \quad (9)$$

Так как из уравнения (1) имеем

$$T = H \cos \alpha / \cos \beta, \quad (10)$$

то величину G можно определить и по нагрузке H на якорь:

$$G = \frac{2H \sin(\beta - \alpha) - qL_n \cos \beta}{2 \cos \beta} \quad (11)$$

В зависимостях (9) и (11) длину L_n можно подсчитать через расстояние от дна до точки крепления шейки к грузу d :

$$L_n = d / (2 \sin \alpha). \quad (12)$$

В качестве грузов в конкретных условиях могут быть использованы набор чугунных дисков, лесосплавные лоты, бетонные блоки и другие подручные изделия. Усилие F в шейме в точке закрепления груза на наплавной опоре с учетом веса каната находим по формуле:

$$F = T + qy, \quad (13)$$

где y — расстояние от дна до точки закрепления шейки на наплавной опоре.

По величине F можно определить угол φ подхода шейки к наплавной опоре (рис. 2):

$$\varphi = \arccos \frac{H \cos \alpha}{F} \quad (14)$$

Для примера подсчитаем необходимый вес груза G , угол φ и длину шейки

$$L = L_n + L_k, \quad (15)$$

где L_k — длина шейки от груза до наплавной опоры, при разных углах β для якоря с держащей силой $H = 35,6$ кН. При расчетах принимаем $\alpha = 0,106$ рад и глубину потока 5 м. Величину L_n определяем по уравнениям цепной линии [6]. Результаты расчетов параметров узла крепления наплавного сооружения приведены в таблице.

β , рад	L_n , м	L , м	G , кН	φ , рад
0,000	0	143,0	0,00	0,085
0,069	0	59,0	0,00	0,115
0,106	0	43,0	0,00	0,140
0,174	2	27,7	2,53	0,190
0,261	2	19,0	5,69	0,274
0,348	2	14,5	8,81	0,350
0,522	2	10,9	14,80	0,527

Из таблицы видно, что при использовании грузов потребная длина шейки, даже в сравнении с вариантом крепления при $\alpha = 0,106$ рад, уменьшается в 1,6—4,0 раза.

Применение грузов в комплекте с якорями позволяет улучшить работу сооружений при динамических нагрузках в условиях стесненных акваторий и сэкономить расход канатов на шейки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. А. с. 1404406 СССР, МКИ⁴ В 63 В 21/44. Якорь / А. А. Митрофанов, В. А. Барабанов, Н. У. Григорьев.— № 4176407/27-11; Заявлено 06.01.87; Опубл. 23.06.88 // Открытия. Изобретения.— 1988.— № 23.— С. 88. [2]. Инструкция по проектированию лесославных предприятий. ВСН 4—78/ Гос. ин-т проектирования лесного транспорта: Утв. Минлеспромом СССР 06.04.78.— Л., 1979.— 294 с. [3]. Инструкция по эксплуатации такелажа на лесосплаве / Волжско-Камский науч.-исслед. и конструкторско-технологич. ин-т: Утв. Минлеспромом СССР 06.12.78.— М.: ЦНИПИЭИлеспром, 1980.— 135 с. [4]. Митрофанов А. А. Якорь запашной.— Архангельск, 1985.— 4 с.— (Информ. листок о науч.-техн. достижениях // ЦНТИ; № 85). [5]. Митрофанов А. А., Белозеров, Ж. П. Якорь для крепления наплавных сооружений // Лесн. пром-сть.— 1989.— № 7.— С. 12. [6]. Юхин Е. И. Якорное швартовое и буксирное устройства.— Л.: Судпромиздат, 1955.— 144 с.

Поступила 16 мая 1990 г.