

УДК 629.5:656.6

К ВОПРОСУ О ПОСТАНОВКЕ СУДНА НА ЯКОРЬ

Халилов В.М., Гонагов М.Н., Дуньямалыев И.Г.

*Азербайджанская Государственная Морская Академия
Аз1000, г. Баку, ул. З.Алиевой, 18
E-mail: Khalilov.Vaqif @ inbox.ru.*

Xülasə. *Məqalədə gəminin dayanma və ölü lövbərlərinin kütlələrini təyin etmək üçün hesablama metodikası verilmişdir. Alınan hesablama dusturlarından aydın görünür ki, lövbərin saxlama qüvvəsi gəmiyə və lövbərə təsir edən xarici qüvvələrin qiymətlərindən asılıdır. Bundan əlavə, lövbərin kütləsinin qiymətinə lövbərin qrunta sürtünmə əmsalı və saxlama qüvvəsi əmsalı da təsir göstərir.*

Abstract. *In the article, it has been given methods of anchorage and calculation of the weight of the ships anchor and dead anchor. It is obvious from the formulas of calculation that the holding capacity of the anchor is depending of other disturbing forces affecting the anchor. Additionally, holding coefficients are effecting weight of the anchor as well.*

Аннотация. *В статье дана методика расчёта определения массы стояночного и мёртвого якорей судна. Из полученной формулы видно, что масса якоря зависит от величины всех внешних сил, действующих на судно и на якорь. Кроме того, на массу влияют также коэффициенты трения о грунт и держащей силы якоря.*

Açar sözlər: *dayanacaq və istifadəsiz lövbərlər, kütlə, empirik düstur, dartma, qüvvələri, sürtünmə əmsalı, lövbərin saxlama qüvvə əmsalı, fırtına*

Key words: *stop and dead anchor, mass, empire formula, traction, wrinkle and friction, anchor re tention force coefficient, storm*

Ключевые слова: *становой и мёртвый якоря, масса, эмпирическая формула, силы тяги, коэффициент трения, коэффициент удерживающей силы якоря, шторм*

Введение. На судах якорное устройство имеет важное значение для надёжной и безопасной эксплуатации судов. При этом, держащая сила станового якоря, наряду с их конфигурацией и типов, также зависят от массы и характера грунта. Поэтому, при выборе того или иного стояночного якоря, необходимо учесть в комплексе все эти факторы. Анализ литературы (1, 2, 3) показывает, что как правило при выборе конструкции якоря не учитывают все эти вышеуказанные факторы. По нашему мнению, это приводит к тому, что якоря изготавливаются слишком тяжёлыми, что их эксплуатацию делает более трудоёмким. В данной статье мы попытались научно обосновать методику расчёта определения массы как станового, так и мёртвого якорей с учётом вышеупомянутых факторов.

Постановка задачи. В данной статье рассматривается вопрос определения массы станового и мёртвого якорей. Необходимо отметить, что этому вопросу до сих пор не уделялось должного внимания. В результате чего, в большинстве случаев якоря изготавливают по принципу “чем больше масса, тем лучше”.

Вследствие чего, якоря имеют значительно большую массу, чем это требуется. На что тратится излишнее количество материалов и изготовленные по такому принципу якоря в период эксплуатации создают определённые дополнительные трудности. Вместе с тем, суще-

ствующие формулы для определения массы якоря (1,2,3) практически носят эмпирический характер и не раскрывают суть вопроса.

В этой статье нами сделана попытка научного подхода к определению массы станового и мёртвого якорей.

На рис.1 представлена схема действия сил на становое якорное устройство и судно.

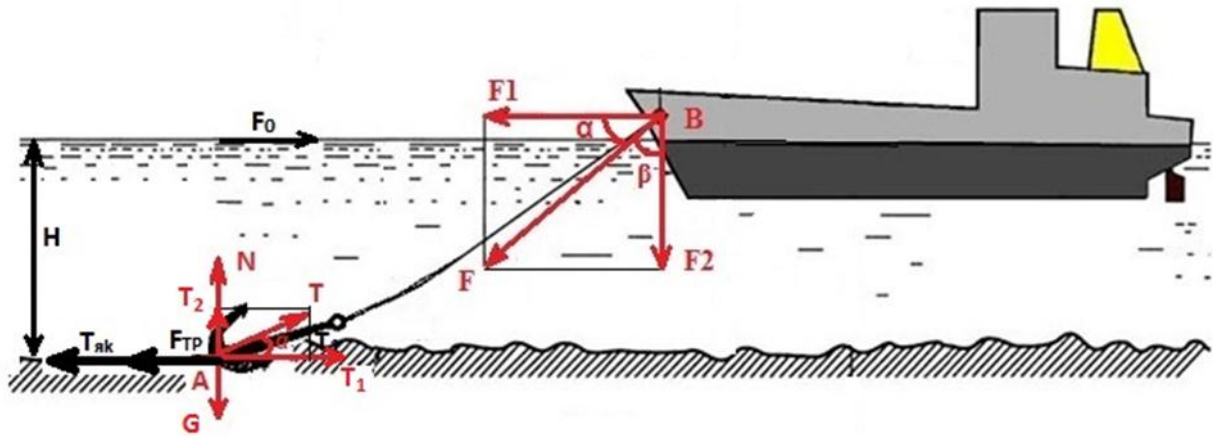


Рис. 1. Схема действия сил на становое якорное устройство и судно.

где: F_0 - равнодействующая внешних сил, N;

F - сила натяжения якорной цепи у клюза, N;

T - сила натяжения якорной цепи у скобы якоря, N;

$T_{як}$ - держащая сила якоря, N;

$F_{тр}$ - сила трения якоря и якорной цепи, лежащей на грунте у скобы якоря, N;

N - нормальное давление грунта, N;

G - суммарный вес якоря и одной смычки якорной цепи, лежащей на грунте у скобы якоря, т.е.

$$G = P_0 + P_ц;$$

P_0 - вес якоря, N;

$P_ц$ - вес одной смычки якорной цепи, N;

H - глубина воды в месте стоянки судна на якорю, м.

Рассмотрим равновесия узла А (рис.2).

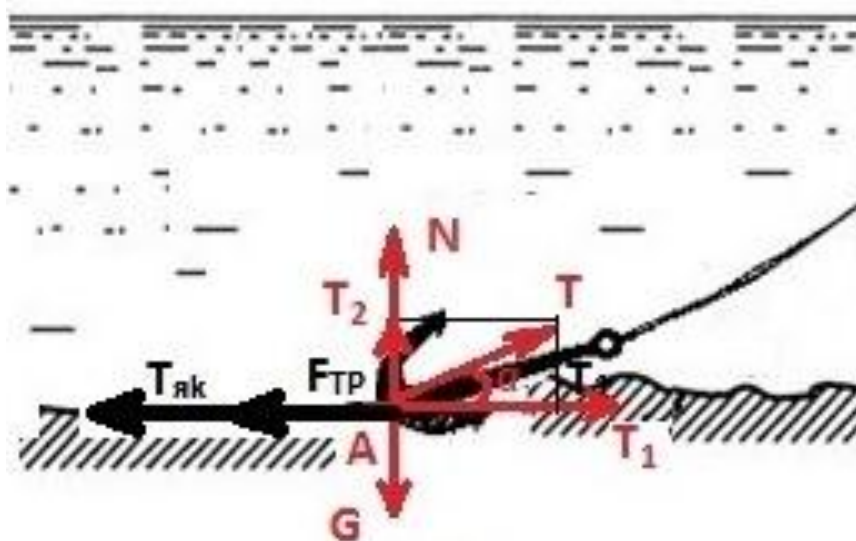


Рис. 2. Схема сил, действующих на якорь при его захвате за грунт.

Составим уравнение проекций всех сил на оси X и Y:

$$\sum X_i = 0; \quad -T_{\text{як}} - F_{\text{тр}} + T_1 = 0 \quad (1)$$

$$\sum Y_i = 0; \quad N + T_2 - G = 0 \quad (2)$$

Учитывая, что $T_{\text{як}} = k P_0$; $F_{\text{тр}} = f N$; $T_1 = T \cos \alpha$ $T_2 = T \sin \alpha$

где: k – коэффициент держащей силы якоря;

f – коэффициент трения материала якоря и якорной цепи, лежащей на грунте;

α – угол наклона силы натяжения якорной цепи к горизонту у скобы якоря.

Подставив значения $T_{\text{як}}$, $F_{\text{тр}}$, G , T_1 и T_2 в выражения (1) и (2) будем иметь:

$$-k P_0 - f N + T \cos \alpha = 0 \quad (3)$$

$$N + T \sin \alpha - (P_0 + P_{\text{ц}}) = 0 \quad (4)$$

Исключая из этих уравнений N , находим:

$$T = \frac{P_0(k+f)+fP_{\text{ц}}}{\cos \alpha + f \sin \alpha} \quad (5)$$

Чтобы модуль силы T был минимальным, знаменатель выражения (5) должен иметь максимальную величину, т.е.

$$\varphi_0(\alpha) = \cos \alpha + f \sin \alpha$$

Приравнявая производную функции $\varphi_0(\alpha)$ по углу к нулю получаем

$$f \cos \alpha - \sin \alpha = 0, \text{ откуда } \operatorname{tg} \alpha = f; \quad \alpha = \operatorname{arc} \operatorname{tg} f$$

Нетрудно проверить, что полученное значение α соответствует максимуму функции $\varphi_0(\alpha)$. Выразим $\cos \alpha$ и $\sin \alpha$ через f .

$$\sin \alpha = \frac{f}{\sqrt{1+f^2}}; \quad \cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{1+f^2}}$$

После подстановки значений $\sin \alpha$ и $\cos \alpha$ в выражение (5) находим минимальную величину силы T :

$$T_{\min} = \frac{P_0(k+f)+fP_{\text{ц}}}{\sqrt{1+f^2}} \quad (6)$$

Рассмотрим равновесие узла В (рис.1). При этом будем принимать допущение, что в штормовых условиях возникшие динамические рывки у якорной цепи создают максимальное усилие. В результате, якорная цепь вытягиваясь, принимает форму прямой линии и в этом положении у якорной цепи накрест лежащие углы у клюза и у скобы якоря, т. е. в точках А и В становятся равными между собой.

С учётом сделанного допущения составим уравнение проекций сил, действующих на узел В на оси X:

$$\sum X_i = 0; \quad F_0 - F \cos \alpha = 0, \text{ откуда } F = \frac{F_0}{\cos \alpha} = F_0 \sqrt{1+f^2} \quad (7)$$

В силу вышеизложенного, $F = T_{\min}$. Тогда подставив (7) в (6) будем иметь

$$F_0 \sqrt{1+f^2} = \frac{P_0(k+f)+fP_{\text{ц}}}{\sqrt{1+f^2}}, \text{ откуда вес якоря будет равен}$$

$$P_0 = \frac{F_0(1+f^2)-fP_{\text{ц}}}{k+f} \quad (8)$$

Тогда масса станового якоря можно определить по формуле:

$$P_0 = Mg; \quad \text{или } M = \frac{P_0}{g} = 0,102 P_0 \quad (9)$$

где: g – ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м/сек}^2$

Подставив в (9) значение P_o из выражения (8) получим расчётную формулу для вычисления массы станового якоря, т.е.

$$M_{ст} = 0,102 \left[\frac{F_0 (1+f^2) - f P_{ц}}{k+f} \right] \quad (10)$$

Поступая как при определении массы станового якоря, находим аналогичным образом и массу мёртвого якоря. На рисунке 3. представлена схема действия сил на мёртвый якорь и судно.

Таким образом, как видно из полученных расчётных формул (10) и (11), масса станового и мёртвого якорей при прочих равных условиях зависят в основном от коэффициента трения.

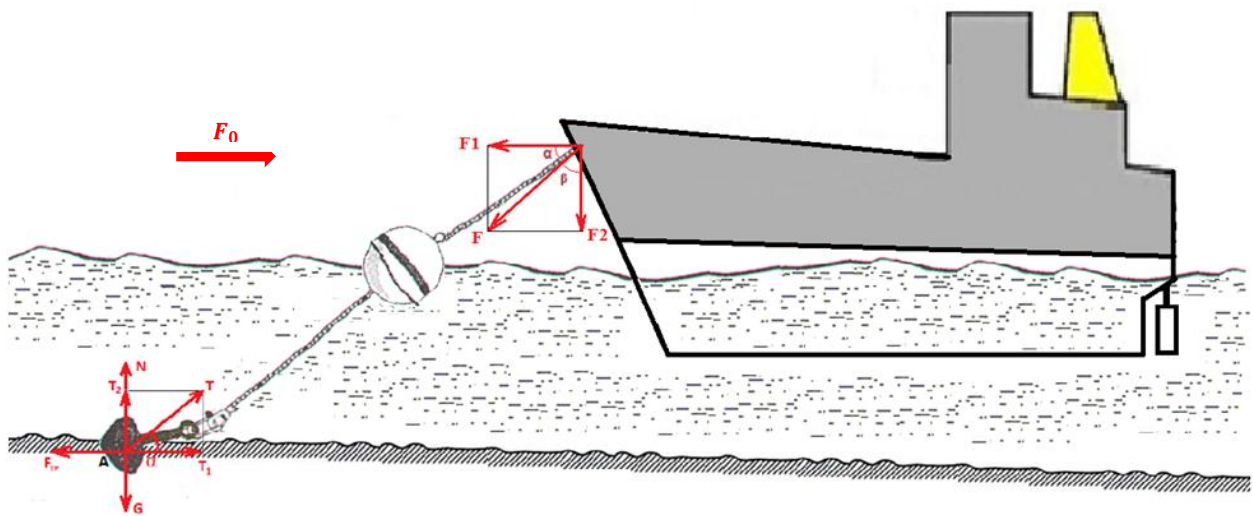


Рис. 3. Схема действия сил на мёртвый якорь и на судно.

где: F_o – равнодействующая внешних сил, N ;
 F – сила натяжения швартового троса, N ;
 T – сила натяжения бриделя у груза, N ;
 $F_{тр.}$ - сила трения, N ;
 N – нормальное давление грунта, N ;
 G – вес мёртвого якоря, N ;

Пример: Пусть величина равнодействующей всех внешних сил, действующих на судно $F_o=5000N$, в качестве станового якоря берём якорь Холла, а мёртвого якоря –железобетонный массив, грунт дна песчаный. Для такого грунта коэффициент держашей силы якоря Холла $k =1.5$, а коэффициент трения в среднем $f = 0,3$. Калибр якорной цепи $d = 19$ мм, вес в воде 1м такой цепи равен примерно 7.0 кг.

При этих данных, пользуясь формулами (10) и (11), вычислим массы станового и мёртвого якорей:

$$M_{ст} = 0,102 \left[\frac{F_0 (1+f^2) - f P_{ц}}{k+f} \right] = 0,102 \left[\frac{5000 (1+0,3^2) - 0,3 \times 25 \times 7}{1,5+0,3} \right] = 407 \text{ кг.}$$

$$M_{м} = 0,102 \frac{F_0 (1 + f^2)}{f} = 0,102 \frac{5000 (1 + 0,3^2)}{0,3} = 1764 \text{ кг.}$$

Таким образом, зная состав грунта, где будет осуществлена постановка судна на якорь (или швартовка судна на бочку) и тип якоря, а также пользуясь приведённой методикой расчёта, можно обоснованно подойти к определению массы станового и мёртвого якорей.

Заклучение. В статье полученные расчётные формулы позволяют обоснованно подойти к вычислению массы как становых, так и мёртвых якорей. Упомянутая методика также представляет возможность рационально использовать материалы для изготовления якорей и делает их более удобной в эксплуатации.

Литература

1. Морское дело: Учебник /А.И. Шетининой/ Ленинград: Транспорт, 1967, 877с.
2. Шарлай Г.Н. Маневрирование и управление морским судном. Владивосток, изд. “Транспорт», 2015, 566с.
3. Снопков В.И. Управление судном. Москва, изд. АНО НПО Профессионал, 2011, с. 536.

Tövsiyə edib: t.e.d, prof. Z.Ə.Rüstəmov