

УДК 677.664.22.004.6+677.7.004.6

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАПАСА ПРОЧНОСТИ РЫБОЛОВНЫХ
КОНСТРУКЦИЙ С УЧЕТОМ ИХ ПРОМЫСЛОВОГО ИЗНОСА

В. А. Ионас

Как показано в работе [1], процесс износа рыболовных канатов, ниток, а следовательно, и сетей может быть описан формулой вида:

$$\frac{R}{R_0} = e^{-kt}, \quad (1)$$

где R — фактическая прочность изделия по прошествии времени t ;
 R_0 — первоначальная прочность изделия (при $t=0$);
 k — коэффициент износа;
 t — время эксплуатации орудия лова.

В указанной статье с учетом уравнения (1) было получено решение задачи о выборе оптимального запаса прочности конструкции рыболовного орудия на износ¹, обеспечивающего минимальную себестоимость добычи рыбы в следующем виде:

$$\ln n_0^{\text{опт}} = 1 + \frac{\beta_3}{n_0^{\text{опт}}}, \quad (2)$$

где $n_0^{\text{опт}}$ — оптимальный коэффициент запаса на износ;

$$\beta_3 = \frac{a}{\beta_2}, \quad \text{а} \quad \beta_2 = \frac{b}{n_0^{\text{опт}}}, \quad \text{тогда} \quad \beta_3 = \frac{a}{b} n_0^{\text{опт}};$$

где a — затраты на добычу рыбы, независящие от запаса прочности орудия лова (заработная плата, амортизационные отчисления, стоимость топлива и т. п.);

b — затраты на износ орудия лова.

Подставляем значение $\beta_3 = \frac{a}{b} n_0^{\text{опт}}$ в выражение (2) и получаем

$$\ln n_0^{\text{опт}} = 1 + \frac{a}{b}$$

и окончательно

¹ Запас прочности на износ — это отношение первоначальной прочности к фактической нагрузке, встречающейся в условиях промысла и равной конечной прочности, при которой орудие уже не может эксплуатироваться.

$$n_0^{\text{опт}} = e^{1 + \frac{a}{b}} \quad (3)$$

При $a=0$ получаем $n_0^{\text{опт}}=e$, что совпадает с результатом, полученным нами ранее при непосредственном решении уравнения (2).

Подстановкой $\beta_3 = \frac{a}{b} n_0^{\text{опт}}$ также упрощается формула для определения оптимального запаса на износ в случае линейного закона износа [1]

$$n_0^{\text{опт}} = 1 + \sqrt{1 + \beta_3}$$

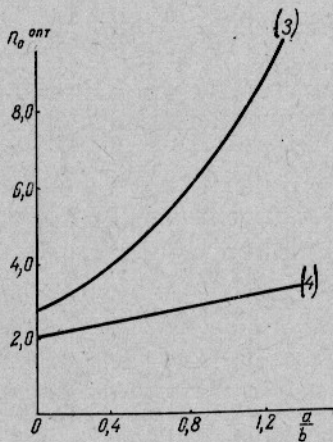
Подставляя указанное значение β_3 в формулу и явно выражая $n_0^{\text{опт}}$, получаем квадратное уравнение относительно $n_0^{\text{опт}}$. При решении этого уравнения по физическому смыслу задачи удерживаем следующее значение корня:

$$n_0^{\text{опт}} = 2 + \frac{a}{b} \quad (4)$$

При $a=0$ получаем известный результат Ф. И. Баранова $n_0^{\text{опт}}=2$, который не принимал во внимание такие затраты на добычу рыбы, как заработная плата, амортизационные отчисления, стоимость топлива и т. д.

В таблице представлены вычисления $n_0^{\text{опт}} = f\left(\frac{a}{b}\right)$ по формулам (3) и (4), а на графике показан характер изменения величины оптимального запаса прочности на износ в зависимости от соотношения затрат себестоимости добычи.

№ пп.	a	b	$\frac{a}{b}$	По уравнению (3)	По уравнению (4)	Наименование орудий лова, для которых характерно соотношение затрат
1	0,0	1,0	0,0	3	2	Нет
2	0,5	0,5	1,0	7	3	Ставные невода
3	0,7	0,3	2,3	27	4	Жаберные (дрифтерные) сети
4	0,8	0,2	4,0	148	6	Обкидные (закидные, кошельковые, донные) невода
5	0,9	0,1	9,0	22026	11	Тралы
6	1,0	0,0	1,0	—	—	Нет



Зависимость оптимального запаса прочности от структуры затрат на добычу.

Как видно из таблицы, величина $n_0^{\text{опт}}$ существенно зависит от закона износа, поэтому закономерности износа для различных орудий лова представляют большой практический интерес. Рассмотрев эту таблицу и особенно график, можно сказать, что линейный закон износа по времени дает заниженные значения $n_0^{\text{опт}}$ по сравнению с экспоненциальным законом износа. Между тем очень интересно, как это отражается на себестоимости.

Для этого из формул (3) и (4) выразим затраты на добычу

$$a + b = b \ln n_0^{\text{опт}} \quad (5)$$

и

$$a + b = b(n_0^{\text{опт}} - 1). \quad (6)$$

Поскольку известно (1), что себестоимость добычи

$$C = \frac{a + b}{Q}, \quad (7)$$

где C — себестоимость весовой единицы добычи (например, центнера, тонны и т. д.);

Q — производительность работы орудия лова в весовых единицах за время его эксплуатации (общий улов за время эксплуатации).

Производительность зависит от времени эксплуатации t , что видно из формулы (1).

$$Q = \frac{q_{\text{ц}}}{t_{\text{ц}}} t, \quad (8)$$

где $q_{\text{ц}}$ — улов за цикл (траление, замет, дрейф и т. д.);

$t_{\text{ц}}$ — время цикла.

В случае экспоненциального закона износа, время эксплуатации выражается из уравнения (1)

$$t = \frac{\ln n_0^{\text{опт}}}{k}. \quad (9)$$

Если же имеется линейный закон износа

$$\frac{R}{R_0} = 1 - k_1 t, \quad (10)$$

то, очевидно,

$$t = \frac{n_0^{\text{опт}} - 1}{k_1 n_0^{\text{опт}}}. \quad (11)$$

Обозначая выражение себестоимости с учетом формулы (1) соответствующим индексом и подставляя значения (5), (8) и (9) в формулу (8), получаем

$$C_1 = \frac{b \ln n_0^{\text{опт}}}{\frac{q_{\text{ц}}}{t_{\text{ц}}} \frac{\ln n_0^{\text{опт}}}{k}} = \frac{b t_{\text{ц}} k}{q_{\text{ц}}}.$$

Затем с учетом формулы (10) подставляем в формулу (7) выражения (6), (8) и (11)

$$C_{10} = \frac{b (n_0^{\text{опт}} - 1)}{\frac{q_{\text{ц}}}{t_{\text{ц}}} (n_0^{\text{опт}} - 1)} = \frac{b t_{\text{ц}} k_1 n_0^{\text{опт}}}{k_1 n_0^{\text{опт}}} .$$

Так как всегда $\frac{k_1}{k} > 1$, то $\frac{C_{10}}{C_1} = \frac{k_1}{k} n_0^{\text{опт}}$ свидетельствует о том, что при увеличении запаса на износ себестоимость добычи при линейном законе износа всегда больше, чем при экспоненциальном.

Таким образом, теоретическое рассмотрение поставленной задачи приводит к следующим выводам.

1. Запас прочности орудия лова должен определяться с учетом его износа и структуры себестоимости.

2. Оптимальный запас прочности на износ можно вычислять по формулам (3) и (4). Результаты этих вычислений следует рассматривать как ориентировочные, поскольку в настоящее время отсутствуют некоторые экспериментальные данные, необходимые для уточнения подобных расчетов.

3. Повышение надежности вычисления оптимального запаса прочности может быть осуществлено только в случае накопления экспериментальных материалов по определению фактических усилий, возникающих в орудии в условиях промысла, по уточнению закона износа и выяснению влияния увеличения прочности на величину улова за цикл.

ЛИТЕРАТУРА

Ионас В. А. Теория износа рыболовных канатов. Труды Калининградрыбвтуза. Вып. XVIII, 1963.