

УДК 639.2.081.117

ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ КОШЕЛЬКОВЫХ НЕВОДОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОВЕДЕНИЯ РЫБ

Г. Н. Степанов

ВНИРО

При лове кошельковыми неводами результативность добычи зависит от поведения рыбы в значительно большей степени, чем при других способах лова. Это объясняется принципиальным отличием кошельковых неводов от других орудий лова.

Прежде всего кошельковым неводом обычно вылавливается сразу вся рыба, находящаяся в косяке, в отличие от других орудий лова. Другой особенностью кошелькового лова является то, что в процессе работы необходимо точно знать взаимное расположение косяка, орудия лова и судна, в то время как лов другими способами производится обычно вслепую. Даже при траловом лове с помощью гидроакустических приборов на косяк наводится судно, а не сам трал, причем после прохождения судна над косяками связь с рыбой, как правило, прекращается. Отсюда можно сделать вывод, что результат кошелькового лова зависит главным образом от поведения стаи в целом, а не от поведения отдельных рыб. Поведение отдельных рыб влияет на лов только в той степени, в какой определяет поведение всей стаи.

При конструировании кошельковых неводов необходимо иметь следующие данные о рыбе: поперечный размер косяка a , скорость перемещения стаи v_p , глубину расположения косяка Y_k и минимальное расстояние z , на котором стая еще не реагирует на судно и орудие лова.

Эти характеристики можно получить путем визуального наблюдения, а также используя гидроакустические приборы непосредственно на промысле.

Рассмотрим методику определения оптимальных параметров кошельковых неводов — длины невода L_0 высоты сетного полотна в жгуте $H_{ж}$, посадочного коэффициента u_0 , загрузки нижней подборы G_0 в зависимости от перечисленных выше характеристик облавливаемой стаи рыб.

Для поимки рыбы кошельковым неводом необходимо выполнить два условия:

1) окружить косяк неводом так, чтобы концы сетной стены (клячи невода) сомкнулись до того момента, когда к ним подойдет рыба;

2) своевременно закрыть выход стае рыбы вниз, т. е. не допустить ухода ее под нижнюю подбору из окруженного неводом пространства.

Первое условие зависит главным образом от длины невода L_0 .

Методика определения минимальной длины невода (в м) подробно рассмотрена Н. Н. Андреевым [1], который вывел следующую зависимость:

$$L_0 = \frac{\pi(2z + a)}{1 - \frac{\pi}{2} \cdot \frac{v_p}{v_c}}, \quad (1)$$

где z — расстояние, на котором косяк начинает реагировать на судно или невод, м;
 a — поперечный размер косяка, м;
 v_p — скорость перемещения косяка, м/с;
 v_c — скорость циркуляции судна, м/с.

Уравнение (1) определяет минимальную длину невода из условий окружения косяка. Может оказаться, что эта длина будет меньше длины окружности, которую описывает судно на минимальной циркуляции. Тогда за оптимальную длину невода следует принимать длину минимальной циркуляции судна.

Прежде чем перейти к рассмотрению условий захвата и удержания косяка кошельковым неводом, проанализируем схему движения стены невода в процессе кошелькования.

Процесс кошелькования условно можно разбить на три стадии (рис. 1). На первой стадии сетное полотно невода деформируется, принимая криволинейную форму, причем верхняя подбора остается в покое ($1-1' \div 1-2'$).

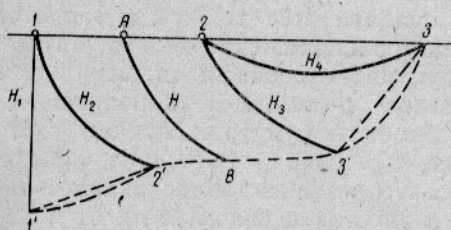


Рис. 1. Условные стадии кошелькования.

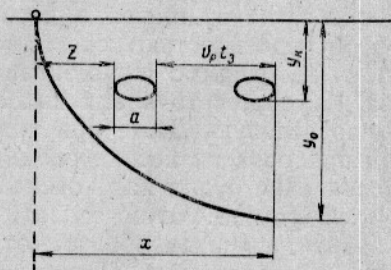


Рис. 2. Схема захвата косяка рыбы неводом.

На второй стадии кошелькования стена невода начинает поступательное движение к центру обметанного пространства. Верхняя подбора также участвует в движении ($1-2' \div 2-3'$).

Третья стадия кошелькования начинается с момента остановки верхней подбора ($2-3' \div 2-3$). На этой стадии скошелькованная нижняя подбора невода подтягивается к борту судна.

Захват окруженного неводом косяка осуществляется обычно на первых двух стадиях процесса кошелькования.

Очевидно для захвата и удержания окруженного неводом косяка необходимо выполнить следующие два условия:

нижняя подбора невода при кошельковании должна находиться ниже косяка;

косяк на протяжении всего процесса кошелькования должен оставаться между стеной невода и условной цилиндрической поверхностью, образующей которой является нижняя кромка невода.

Схема захвата косяка неводом в процессе кошелькования показана на рис. 2.

Пусть по окончании замета расстояние между косяком и стеной невода оказалось равным z , т. е. наименьшему расстоянию, на котором рыба еще не реагирует на невод.

С началом кошелькования естественное поведение рыбы нарушается, так как расстояние между косяком и сетным полотном становится меньше z , и она начинает искать выход.

Допустим, что стая рыбы стремится уйти вниз. Тогда для ее захвата, очевидно, достаточно, чтобы к моменту, когда косяк опустился на глубину Y_0 , нижняя подборка прошла по горизонтали путь не менее чем $z+a$, т. е. под косяком.

Обозначим время, истекшее с начала кошелькования до окончания захвата, t_3 . Тогда условие захвата рыбы, стремящейся уйти под нижнюю подборку, имеет вид:

$$Y_0 - Y_k = v_p t_3 \quad (2)$$

и одновременно

$$x > z + a. \quad (3)$$

Если рыба стремится выйти из обметанного пространства между клячей, то для ее захвата необходимо, чтобы горизонтальный путь x , проделанный нижней подборкой, был больше расстояния $z+a$ плюс расстояние, которое может пройти рыба за время t_3 .

Иначе говоря, в этом случае имеет место следующая зависимость:

$$x > z + a + v_p t_3, \quad (4)$$

которая является более общей, чем уравнение (3), поэтому можно утверждать, что соблюдение условий (2) и (4) обеспечивает захват косяка.

Чтобы после захвата косяк не ушел, очевидно, скорость движения подборки к центру обметанного пространства, т. е. скорость поступательного движения стены невода, должна быть не меньше скорости рыбы.

Отсюда получаем условие удержания захваченного неводом косяка

$$v \geq v_p. \quad (5)$$

Таким образом, условия захвата и удержания окруженного неводом косяка характеризуются уравнениями (2), (4) и (5).

Рассмотренные варианты возможного выхода рыбы при осуществлении захвата вниз и в сторону клячей являются предельными. Легко убедиться, что движение рыбы в любую другую сторону в этот момент значительно облегчает условия захвата.

Из условия (5) легко определяется продолжительность кошелькования. Так, согласно исследованиям проф. Ф. И. Баранова [2], скорость кошелькования (в м/с):

$$v = \frac{v_t}{\pi}, \quad (6)$$

где v_t — скорость выборки стяжного линия, м/с.

Считая $v_t = \text{const}$, можно записать:

$$v_t = \frac{L_0}{t_0}, \quad (7)$$

где L_0 — начальная длина стяжного линия, равная длине нижней подборки, м;

t_0 — продолжительность кошелькования, с.

Из уравнений (5), (6) и (7) находим продолжительность кошелькования:

$$t_0 = \frac{L_0}{\pi v_p} \quad (8)$$

Полученная формула показывает, что продолжительность кошелькования обратно пропорциональна скорости рыбы, т. е. чем быстрее движется рыба, тем меньше должно быть время кошелькования.

Исследование процесса стягивания невода показывает, что продолжительность первой стадии кошелькования составляет приблизительно $0,2 t_0$ [3]. Отсюда можно принять

$$t_3 = 0,2 t_0 = 0,2 \frac{L_0}{\pi v_p} \quad (9)$$

При поступательном движении стены невода глубина движения нижней подборы Y_0 и отстояние ее от верхней x (в м) характеризуются уравнениями:

$$Y_0 = \frac{G_0}{A} \operatorname{cosec} \alpha_H \ln \operatorname{ctg} \frac{\alpha_H}{2}; \quad (10)$$

$$x = \frac{G_0}{A} \operatorname{cosec} \alpha_H (\operatorname{cosec} \alpha_H - 1); \quad (11)$$

$$\alpha_H = \arccos \left[\sqrt{\left(\frac{G_0}{2AH} \right)^2 + 1} - \frac{G_0}{2AH} \right], \quad (12)$$

где G_0 — масса 1 м нижней кромки невода в данный момент кошелькования, кг;
 A — сопротивление одного квадратного метра сетного полотна, расположенного перпендикулярно потоку, Н/м²;
 H — высота стены невода в данный момент кошелькования, м.

Таким образом, условия захвата косяка (2) и (4) принимают вид:

$$\frac{G_0}{A} \operatorname{cosec} \alpha_H \ln \operatorname{ctg} \frac{\alpha_H}{2} = Y_K + 0,2 \frac{L_0}{\pi}; \quad (13)$$

$$\frac{G_0}{A} \operatorname{cosec} \alpha_H (\operatorname{cosec} \alpha_H - 1) = z + a + 0,2 \frac{L_0}{\pi}. \quad (14)$$

Кроме рассмотренных, для успешного лова желательно соблюдение еще одного условия, смысл которого заключается в том, что к концу захвата нижняя подбора средней части невода должна погрузиться на глубину, не меньшую, чем глубина облова Y_0 .

Принципиально это условие не является необходимым, так как его можно всегда осуществить во время паузы между окончанием замата и началом выборки стяжного линя. Однако такая пауза, или как ее называют промысловики «выдержка», не всегда целесообразна. За время выдержки рыба может выйти из обметанного пространства, невод может сложить течением и т. д., поэтому, очевидно, правильнее добиться такого положения, чтобы при отсутствии выдержки к концу захвата косяка нижняя подбора середины невода уже погрузилась на глубину облова Y_0 .

В этом случае время погружения середины невода, очевидно, составит

$$t_1 = 0,5 t_2 + t_1 + t_3, \quad (15)$$

где t_1 — время погружения нижней подборы невода, с;
 t_2 — продолжительность циркуляции, с;
 t_4 — пауза между окончанием замета и началом кошелькования, с.

При скорости циркуляции судна v_c последнее уравнение принимает вид:

$$t_1 = 0,5 \frac{L_0}{v_c} + t_4 + \frac{L_0}{\pi v_p} \quad (16)$$

Время погружения нижней подборы можно определить из формулы (4)

$$t_1 = \frac{2}{\varphi} \sqrt{\frac{k}{P}} \left[\sqrt{\frac{G_0}{P} + H} - \sqrt{\frac{G_0}{P} + H - \varphi y_0} \right]; \quad (17)$$

$$k = 186 \frac{d}{a} u_0^3 y_0 \left(\frac{PH}{G_0} \right)^{1/3}, \quad (18)$$

где φ — безразмерный коэффициент (для большинства неводов $\varphi=0,2$);
 P — сила тяжести 1 м² сетного полотна в воде;
 G_0 — загрузка нижней подборы, Н/м;
 H — высота невода в посадке, м;
 y_0 — глубина погружения, м;
 d — отношение диаметра нити сетного полотна к шагу ячеи;
 u_0 — коэффициент посадки по горизонтали.

Отсюда дополнительное условие захвата косяка имеет вид:

$$\frac{2}{\varphi} \sqrt{\frac{k}{P}} \left[\sqrt{\frac{G_0}{P} + H} - \sqrt{\frac{G_0}{P} + H - \varphi y_0} \right] = 0,5 \frac{L_0}{v_c} + t_4 + 0,2 \frac{L_0}{\pi v_p} \quad (19)$$

Решая совместно уравнения (13), (14) и (19), можно определить высоту невода в жгутах $H_{ж}$, посадочный коэффициент u_0 и загрузку G_0 в зависимости от биологических особенностей поведения косяка v_p , $Y_{к}$, a и z .

Выводы

Оптимальные параметры кошелькового невода, обеспечивающие наиболее вероятный захват косяка, зависят от перечисленных выше биологических характеристик рыбы, поэтому при изучении объектов кошелькового лова следует уделять особое внимание сбору данных о скорости передвижения, размерах косяков, глубине их расположения, а также определению расстояния, на котором рыба начинает реагировать на невод.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Н. Н. Андреев. Теория лова рыбы кошельковыми неводами. — «Труды ВНИРО», 1959, т. №1. 114 с.
2. Ф. И. Баранов. Техника промышленного рыболовства. М., Пищепромиздат, 1960. 696 с.
3. Г. Н. Степанов. Траектория движения нижней подборы кошелькового невода при стягивании колец. — «Сборник научно-технической информации ВНИРО», 1967, вып. 5, с. 44—51.
4. Г. Н. Степанов. Скорость погружения нижней подборы высокостенных кошельковых неводов. — «Труды ВНИРО», 1966, т. 61. 338 с.

SUMMARY

The optimum parameters of purse seines which should secure the most probable enclosure of a school of fish depend on the speed and depth of their movement, size of the school and distance from which fish begins responding to purse seines. Applying received equations it is possible to determine the height of the seine stretched, load and attachment coefficient proceeding from some known biological peculiarities in the behaviour of the school.