

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОШЕЛЬКОВЫХ НЕВОДОВ

Канд. техн. наук Н. Н. АНДРЕЕВ

О ПАРАМЕТРАХ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ДЛИНУ НЕВОДА

Длина кошелькового невода определяется биологическими особенностями объекта лова и мореходными качествами судна. Существует минимальная длина невода, при которой еще возможен успешный лов [1, 2]; при длине невода меньшей, чем минимальная, успешный лов будет случайным. Однако и чрезмерное увеличение длины невода в конечном счете не может дать увеличения улова, так как с увеличением длины невода уменьшается количество возможных заметов. Поэтому распространенное мнение, что более длинные невода обязательно обладают большей уловистостью (за промысловый сезон), ошибочно.

Минимальная длина невода, обеспечивая надежную поимку, является, следовательно, и оптимальной.

Характер зависимости минимальной длины кошелькового невода от биологических характеристик объекта лова и мореходных качеств судна определяется схемой лова. Для наиболее распространенных схем лова (рис. 1) эти зависимости имеют следующий вид:

по первой схеме

$$L_n = \frac{2\pi \frac{v_c}{v_p}}{2 \frac{v_c}{v_p} - \pi} (v_p t_o + 2y),$$

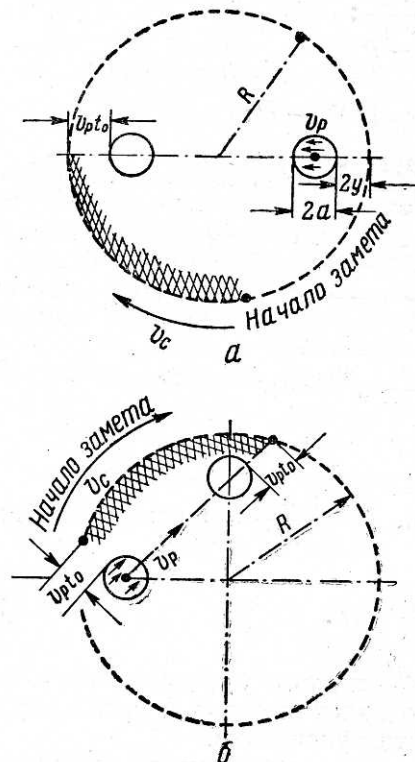


Рис. 1. Схема замета кошелькового невода:

а — при обычном лове; б — при лове особенно подвижных рыб.

по второй схеме

$$L_n = \frac{2\pi \frac{v_c}{v_p}}{\frac{v_c}{v_p} - \frac{\pi}{2\sqrt{2}}} (v_p t_o + a),$$

где v_c —скорость хода судна;

v_p —скорость перемещения косяка рыбы;

a —размер косяка;

t_0 —время погружения нижней подборы невода на заданную глубину, зависящую от поведения объекта лова.

Рассмотрим подробно значение всех этих параметров.

Главными параметрами, определяющими длину невода, являются скорости хода судна и движения косяка рыбы. Естественно, что чем быстрее идет рыба и чем медленнее движется судно, тем меньше надежды на успешный лов. Для увеличения надежности поимки необходимо увеличивать длину невода. Для каждой породы рыб и данного судна существует определенная длина невода (оптимальная), при которой лов является наиболее эффективным.

Скорость хода судна (v_c)

Н. Н. Виноградов [9], проводя в Черном море опыты по определению скорости погружения нижней подборы кошельковых неводов, обнаружил, что при замете скорость хода сейнера заметно уменьшается. Он объясняет это наличием сопротивления, необходимого для стягивания невода с поворотной площадки сейнера. В подтверждение этого Н. Н. Виноградов приводит данные, сведенные в табл. 1.

Таблица 1

Скорость хода (миль/час) судна при замете секции

Ход судна	Без замета секции	При замете секции	
		20/9 50 мм	20/9 12 мм
Полный	6,5	4,6	4,0
Средний	5,0	3,7	3,4
Малый	3,5	3,0	2,8

Далее он пишет: «При замете по окружности (промысловых неводов) скорость хода падает больше, чем в условиях опытов, когда замет производился по прямой линии. Естественно, что во время замета часть секции, находящаяся в воде, и часть, находящаяся на площадке, оказывают значительное сопротивление движению судна».

На основании этих данных он приходит к следующим практическим выводам:

«1. Скорость хода сейнера мощностью 120 л. с. при замете крупноячейного невода уменьшается на 30% и мелкоячейного — до 40%.

2. Тяжелые кошельковые невода замедляют движение судна во время замета более чем на 10% по сравнению с легкими (крупноячейными)».

После Н. Н. Виноградова эти же рассуждения опубликовал и Ю. Т. Губенко [12], но без каких-либо новых опытных данных.

Однако А. И. Раков [20] находит сомнительной достоверность этих данных Н. Н. Виноградова. Анализируя паспортную диаграмму малого рыболовного сейнера — 80 л. с. (рис. 2), он показывает, что уменьшение скорости хода на 2,5 узла (с 8,5 узлов) может быть вызвано сопротивлением на гаке, равным 620 кг. По мнению А. И. Ракова, подкреплен-

ному простыми расчетами, кошелевый невод не может оказать такого сопротивления.

Однако в расчетах А. И. Ракова отсутствуют силы инерции, которые могут значительно увеличить силу, необходимую для стаскивания кошелевого невода с поворотной площадки сейнера. Кроме того, А. И. Раков рассматривает трение невода о поворотную площадку, приняв при этом коэффициент трения равным 0,6. В действительности же основная сила трения возникает на той части площадки, где невод движется по неводу, когда коэффициент трения может быть значительно больше 1. Следует также добавить и силу, необходимую для сматывания стяжного троса с вьюшкой, которую всегда притормаживают.

При замете по кривой, как правильно заметили Н. Н. Виноградов и А. И. Раков, происходит добавочная потеря скорости сейнера. Но она не

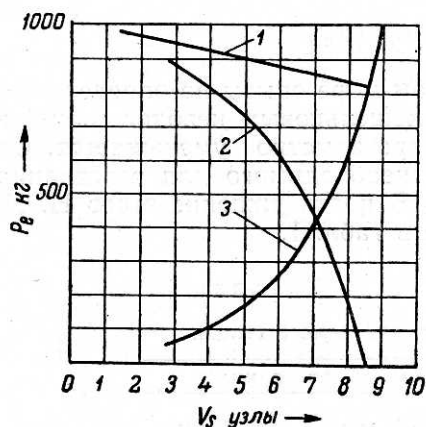


Рис. 2. Паспортная диаграмма гребного винта малого рыболовного сейнера (по А. И. Ракову):

1 — тяга винта; 2 — тяга на гаке; 3 — кривая сопротивления корпуса $D = 50$ т.

имеет никакого отношения к той потере, которую рассматривает Н. Н. Виноградов (табл. 1). Поэтому А. И. Раков совершенно неправ, когда пишет: «...падение скорости на циркуляции, вызываемое дрейфом, может быть даже больше, чем указано Ю. Т. Губенко», пытаясь этим объяснить происхождение цифр, полученных Н. Н. Виноградовым (ссылка на Ю. Т. Губенко также является ошибочной, так как из его книги видно, что он не производил опытов и воспользовался данными Н. Н. Виноградова).

В настоящее время относительно потери скорости на циркуляции имеются довольно полные опытные и теоретические данные. Из этих данных следует, что практически для разнообразных классов кораблей потеря скорости на циркуляции зависит только от отношения $R_{ц} : L$, где $R_{ц}$ — радиус циркуляции; L — длина судна.

Так, по опытным данным Девидсона и Шиффа [30, 31] и из теоретического анализа К. К. Федяевского [25] вытекает, что падение скорости на циркуляции можно определить из следующей формулы

$$k = 5,9 = \left[\left(\frac{v}{v_{ц}} \right)^3 \sin \left(\frac{\pi}{2} \frac{v_{ц}}{v} \right) - 1 \right] \left(\frac{R_{ц}}{L} \right)^2,$$

где k — опытный коэффициент;

v — скорость прямолинейного движения;

$v_{ц}$ — скорость на циркуляции.

Для удобства подсчетов по этой формуле на рис. 3а приведен график зависимости $v : v_{ц}$ от $R_{ц} : L$.

Г. А. Фирсов предложил эмпирическую формулу, связывающую эти величины,

$$\frac{v}{v_{ц}} = \operatorname{tg} h \frac{R_{ц}}{2,45L},$$

которая хорошо согласуется с его опытными материалами [26]:

Зависимость $v : v_{ц}$ от $R_{ц} : L$

$R_{ц} : L$	$v : v_{ц}$
1,0	0,40
1,5	0,56
2,0	0,68
2,5	0,78
3,0	0,86
3,5	0,91

Эти данные нанесены на график, приведенный на рис. 3б.

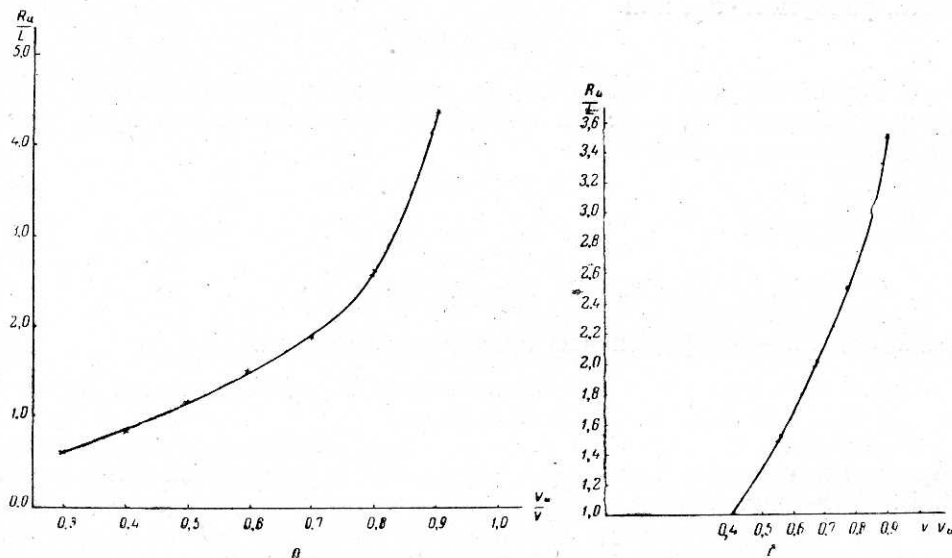


Рис. 3. График падения скорости судна на циркуляции:

а — по формуле К. К. Федяевского; б — по опытам Г. А. Фирсова.

Приведенные данные позволяют определить скорость хода сейнера при замете кошелькового невода с точностью, достаточной для наших целей. Здесь только следует иметь в виду, что под радиусом циркуляции надо понимать величину, равную $L_{ц} : 2\pi$, где $L_{ц}$ — длина кошелькового невода, а не минимальный радиус циркуляции судна, который для обычных сейнеров колеблется (по А. И. Ракову) в следующих пределах:

Сейнеры	$R_{ц}$
большие	(0,75— 1,0) L
средние	(1,0 —1,25) L
малые	(1,25— 1,5) L

Однако знание минимальных радиусов циркуляции сейнеров необходимо, так как кошельковый невод не может иметь длину меньше, чем $2\pi R_{ц}$; в противном случае замет кошелькового невода будет невозможен.

Из сказанного выше следует, что при замете кошельковых неводов сейнеры теряют скорость хода по двум причинам: вследствие возникновения силы, направленной в сторону, приблизительно, обратную движению сейнера, и вследствие потери скорости на циркуляции. При проектировании кошельковых неводов эти два вида потерь скорости

хода судна в первом приближении следует суммировать. Так как величина этих потерь велика, то при расчетах нельзя ими пренебрегать.

Скорость перемещения рыбы (v_p)

Как впервые установил В. В. Шулейкин [27], скорость перемещения рыбы v_p находится в тесной связи с ее длиной.

Сопротивление воды движению рыбы R пропорционально площади поперечного сечения рыбы, которая в свою очередь пропорциональна квадрату длины рыбы, т. е.

$$R = k_1 l^2 v_p^2.$$

Для преодоления этого сопротивления рыба должна развить мощность, равную $R \cdot v_p$, или

$$W = k_1 l^2 v_p^3.$$

С другой стороны, мощность, которую могут развить мышцы рыбы, пропорциональна их массе, а последняя пропорциональна кубу длины рыбы. Поэтому получаем

$$k_1 l^2 v_p^3 = k_2 l^3.$$

Откуда находим

$$v_p = \sqrt[3]{\frac{k_2}{k_1} l} = k_0 \sqrt[3]{l},$$

где k_1 , k_2 и k_0 —коэффициенты пропорциональности.

Это и есть зависимость максимальной скорости движения рыбы от ее длины, найденная В. В. Шулейкиным.

Максимальная скорость движения рыбы изучалась экспериментально многими исследователями [18, 19, 29, 32]. В упомянутой выше работе В. В. Шулейкин приводит диаграмму максимальных скоростей движения рыб, воспроизведенную на рис. 4. В некоторых случаях удавалось определить эту скорость и в естественных условиях. Не останавливаясь на методике проведения таких опытов и связанных с этим возможных ошибках, необходимо отметить, что полученные в результате таких опытов данные, приведенные в табл. 2, могут существенно отличаться от наблюдаемых скоростей перемещения косяков рыб в естественных условиях.

Вычисленные коэффициенты k на основании данных этой таблицы показывают, что их величина колеблется в очень широких пределах: от 282 для тунца до 16 для морского окуня, т. е. почти в двадцать раз. При этом не замечается какой-либо определенной зависимости величины этого коэффициента от длины рыбы. Из этого можно сделать заключение, что на практике зависимость между максимальной скоростью движения и длиной рыбы носит более сложный характер, чем тот, который дает теория.

Данные, приведенные в табл. 2, нанесены на обычную прямоугольную сетку на рис. 4б (на этом рисунке нанесены только данные, полученные Маньяном). При рассмотрении этого рисунка можно заметить, что: 1) все данные распадаются на ряд хорошо обособленных друг от друга групп (на рис. 4 мы наметили четыре таких группы, хотя первая группа при больших длинах рыб дает значительный разброс точек, который можно объяснить ограниченным количеством опытных экземпляров); 2) внутри каждой группы зависимость между максимальной скоростью движения и длиной рыбы носит (в первом приближении) прямолинейный характер, т. е.

$$v_p = nl + m,$$

где коэффициенты n и m для каждой группы имеют свое значение, которое легко можно определить на рис. 4. Если использовать все данные табл. 2, то для первой ориентировки можно пользоваться следующими значениями:

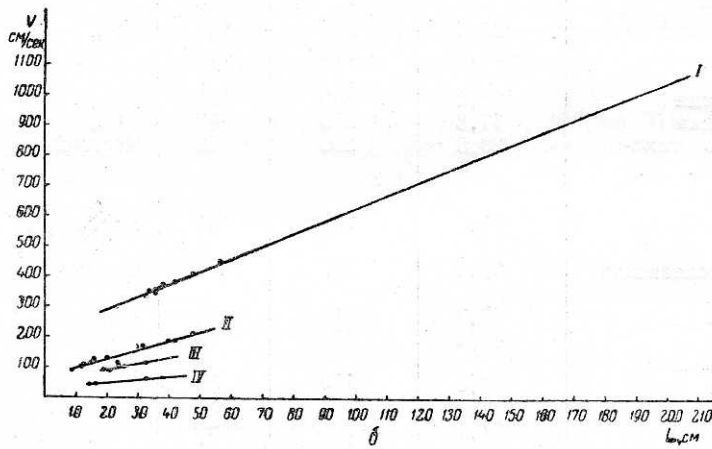
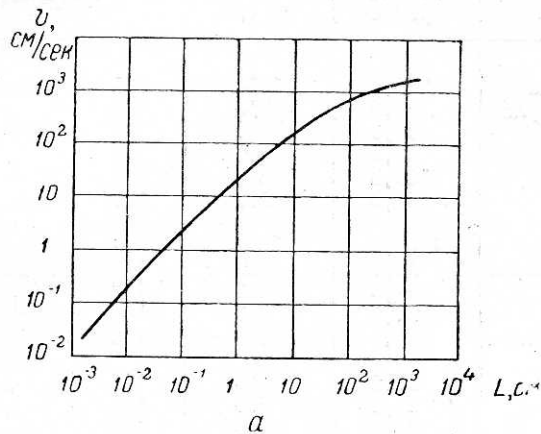


Рис. 4. Зависимость максимальной скорости движения рыбы от ее длины:

a — по В. В. Шулейкину; b — по данным опытов.

1) быстрые, сильные и крупные рыбы (тунцы, тихоокеанские лососевые, пелагида, скумбрия и т. д.)

$$n = 4; m = 220.$$

2) морские хищные и стайные рыбы (тресковые, сельдевые, кефаль, судак, хамса и т. д.)

$$n = 3; m = 65.$$

3) частичковые рыбы (каarp, сазан, линь, красноперка, карась и т. д.)

$$n = 2; m = 50.$$

4) малоподвижные донные рыбы (бычки, налим, морской окунь и т. д.)

$$n = 1; m = 25.$$

Естественно, что эти цифры нуждаются в практической проверке и уточнении.

Таблица 2

Максимальные скорости движения рыб
(Составлена В. Н. Честным [28])

Рыба	Длина рыбы	Скорость, см/сек	Исследователь	
Голубая акула	206,0	1010	171	Маньян
Сельдевая акула	117,5	750	153	"
Красная	62,0	600	151	Честной
Горбуша	48,0	500	137	"
Тунец	106,0	620	282	Маньян
Кета	58,0	500	129	Честной
Кит сейвал	1700,0	1500	—	Шулейкин
Тунец длинноперый	56,7	450	117	Маньян
Семга	48,0	410	113	"
Пелагида	35,7	360	109	"
Скумбрия (мак- рель)	41,0	380	110	"
Сиг	37,5	370	110	"
Кумжа	36,6	360	108	"
Щука	33,9	350	108	"
Хариус	32,5	340	106	"
Форель				
ручьевая	35,5	350	106	"
радужная	23,5	290	101	"
Ставрида	24,2	290	101	"
Корюшка	17,3	250	97	"
Сельдь (тихо- океанская)	28,0	200	62	Честной
Треска				
балтийская	53,0	229	61	Блакстер и Диксон
тихоокеанская	72,0	250	60	Честной
Пикша	47,7	210	58	Маньян
Пикша	40,6	179	52	Блакстер и Диксон
Судак	40,0	190	56	Маньян
Сайда	41,5	190	55	"
Кефаль	31,1	170	54	"
Сельдь атланти- ческая	30,0	165	51	"
Сельдь атланти- ческая	20,6	155	56	Блакстер и Диксон
Треска атланти- ческая	47,2	210	58	Маньян
Уклейка	15,0	120	49	"
Окунь речной	20,0	130	48	"
Хамса	13,2	110	46	Гюльбадамов
Хамса	9,2	90	43	"
Сардина	14,2	110	45	Маньян
Бычки	14,1	110	45	"
Ерш	11,5	100	44	"
Шпрот	8,5	90	41	"
Лещ	28,5	100	35	"
Карп	32,2	110	35	"
Сазан	32,2	110	35	"
Линь	25,0	100	34	"
Красноперка	19,0	90	34	"
Карась	20,3	90	33	"
Камбала	32,0	100	32	Честной
Налим	32,5	60	19	Маньян
Бычок	13,4	40	17	"
Окунь морской	15,0	40	16	"

По данным В. Н. Войниканис-Мирского [10], скорость перемещения косяков некоторых видов рыб имеет следующее значение:

Рыба	Размер косяка, м	Скорость, м/сек
Пелагида	30	1,55—1,60
Сардина	50	1,00—1,10
Хамса	50—60	0,75—0,80
Скумбрия	40	1,25—1,30

Сравнение этих данных с теми, которые приведены в табл. 2, показывают, что для хамсы и сардины они совпадают, а по скумбрии и пелагиде резко расходятся. Если иметь в виду максимальные скорости движения рыб, на которые и надо рассчитывать длину кошелькового невода, то цифры, приведенные в табл. 2, нам кажутся более правдоподобными.

Размер косяка

Рыбы одного и того же вида обычно группируются в косяки различных размеров. Однако, как и следует ожидать, один из размеров является модальным. Размеры больше и меньше модального встречаются в меньших количествах, причем кривая распределения частоты встречаемости, вообще говоря, должна быть близка к кривой Гаусса.

Очень интересный анализ этого вопроса произвел А. И. Раков в цитируемой выше работе. Он рассматривал уловы весенней сахалинской сельди большими сейнерами типа СО за 1952—1955 гг. Эти данные представлены им в виде двух графиков (рис. 5). На первом графике

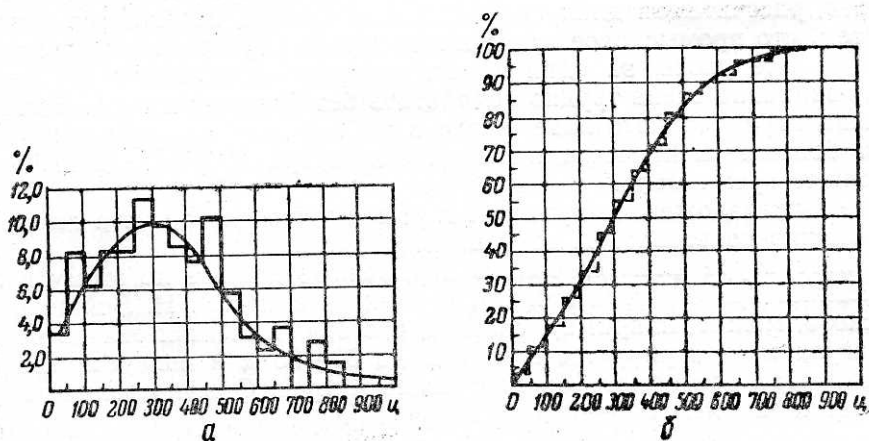


Рис. 5. Данные по уловам весенней сахалинской сельди:

a — удельное распределение вылова сельди в зависимости от улова за один замет кошелькового невода; *b* — суммарный вылов сельди в зависимости от распределения уловов за один замет кошелькового невода (общий улов принят за 100%).

по оси абсцисс отложены в процентах частоты встречаемости уловов за один замет, величина которых отложена по оси абсцисс. Например, наибольшее количество заметов (около 10%) давало улов около 300 ц за один замет, а улов в 600 ц за один замет встречался почти в два раза реже (около 6%). Таким образом, сахалинская весенняя сельдь образует косяки, модальный размер которых дает улов 300 ц за один замет кошелькового невода.

На рис. 5б по оси ординат отложен в процентах общий улов сельди при величине улова за один замет до значения, отложенного по оси абсцисс. Например, 50% общего вылова сельди дали такие заметы кошельковых неводов, улов которых не превышал 300 ц.

Эта кривая имеет s-образный характер, т. е. имеет точку перегиба, которая для сахалинской сельди лежит вблизи координат 60% и 350 ц. Такой характер кривой является вполне закономерным. В начале координат с увеличением размера косяков растет и их число, поэтому кривая на рис. 5б должна иметь вогнутость, обращенную к оси ординат. После перехода за модальный размер кривая будет спрямляться, так как здесь увеличение размеров косяков начинает компенсироваться уменьшением их числа. Наконец, должен наступить момент, когда увеличение размеров косяков не покрывает убыли от уменьшения их количества. На этом участке вогнутость кривой будет обращена в сторону абсцисс.

Очевидно, лов кошельковым неводом будет наиболее эффективен (с точки зрения эксплуатации невода), когда его длина будет рассчитана на облов косяков, размеры которых соответствуют точке перегиба этой кривой. Но этот метод, правильный с теоретической стороны, для практического применения очень громоздок, так как требует большого количества опытных ловов. Кроме того, совершенно очевидно, что точка перегиба всегда лежит немного выше модального размера косяка, а точность наших расчетов сравнительно невелика.

Модальный размер косяка для дальневосточной скумбрии по А. И. Ракову равен примерно 150 ц.

А. И. Раков обратил внимание еще и на следующее обстоятельство, которое необходимо учитывать при выборе расчетного размера косяка. Размеры сейнеров, в частности их грузоподъемность, выбираются на основании большого комплекса различных требований и в большинстве случаев, рассчитывая длину кошелькового невода, необходимо считаться с тем, что промысловое судно имеет строго определенную грузоподъемность. Все уловы за один замет, которые превышают эту цифру, организационно очень трудно обработать без больших потерь. Объектов же концентрированного лова, когда в районе лова одновременно находятся большие количества промысловых и транспортных кораблей, в настоящее время мало.

Все вышеизложенное приводит к выводу, что для расчета длины невода можно пользоваться модальным размером косяка.

В литературе имеются только отрывочные данные по этому вопросу. Помимо приведенных данных, взятых из книги В. Н. Войниканиса-Мирского, можно, например, сказать, что атлантическая сельдь во время нагула концентрируется в косяки до 20—25 м в поперечнике. «Отдельные стаи достигают 30—50 и более метров. Обычно толщина (высота) стаи равняется $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{5}$ ее длины» [13].

Время погружения нижней подборы невода на заданную глубину

Как показывает практика лова кошельковыми неводами, в большинстве случаев рыба уходит из обметанного неводом пространства под нижнюю подбору. Поэтому определение скорости погружения нижней подборы играет исключительно большую роль для правильного определения длины невода.

Теоретически скорость погружения нижней подборы кошелькового невода определяется по следующей формуле [3, 7]

$$t = 0,9H \sqrt{\frac{H}{q + 0,5pH}}$$

где H —глубина погружения, м;
 q —вес подбора (в воде), кг/пог. м;
 p —вес в воде 1 м² дели в посадке, кг;
 t —время погружения на глубину H , сек.

При расчетах по этой формуле или по какой-либо другой необходимо иметь в виду следующее. Невод выметывают вперед косяка, поэтому, когда косяк подойдет к сетному полотну, нижняя подбора уже успеет погрузиться на некоторую глубину H_0 . Но эту глубину нельзя приравнять к глубине H , которую необходимо обеспечить, чтобы рыба не ушла под нижнюю подбору. Разница между этими двумя величинами создается тем, что когда рыба, подойдя к сетному полотну невода, начнет погружаться, то вместе с ней будет продолжать погружаться и нижняя подбора. Поэтому $H > H_0$.

Из формул для определения длины невода следует, что время погружения нижней кромки на глубину H_0 равно t_0 , поэтому глубина H_0 может быть определена из формулы

$$t_0 = 0,9 H_0 \sqrt{\frac{H_0}{q + 0,5 p H_0}}.$$

Если в дальнейшем рыба сразу же начнет погружаться, стараясь уйти под нижнюю подбору, то она сможет это сделать на глубине H .

Пусть скорость погружения рыбы будет v_b . Тогда время, в течение которого рыба будет погружаться на глубину H , равно

$$t_p = \frac{H}{v_b}.$$

Так как

$$t_p = t - t_0, \text{ то}$$

$$\frac{H}{v_b} = 0,9 H \sqrt{\frac{H}{q + 0,5 p H}} - 0,9 H_0 \sqrt{\frac{H_0}{q + 0,5 p H_0}}.$$

Отсюда можно получить значение t_0

$$t_0 = 0,9 H \sqrt{\frac{H}{q + 0,5 p H}} - \frac{H}{v_b}.$$

Полученные формулы позволяют решать не только прямую задачу, когда требуется определить время t_0 , но и находить решения в тех случаях, когда надо определить величину загрузки, а время t_0 известно.

Скорость погружения рыбы v_b изучена еще недостаточно. Имеющиеся наблюдения показывают, что она мало меняется для различных видов и размеров рыб. Интересные соображения, объясняющие такое явление, высказал В. Н. Честной [28]. По его мнению, скорости погружения рыб, как и других животных, примерно равны и лимитируются ограниченной способностью живого организма переносить резкие изменения внешнего давления.

Скорость погружения, по-видимому, не является постоянной. Так, по наблюдениям Д. В. Радакова и Н. Н. Данилевского [21], скорость погружения хамсы в среднем составляет 0,3 м/сек, но в первый момент она примерно в два раза выше.

По наблюдениям Б. П. Мантейфеля [17], скорость погружения хамсы составляет 0,5 м/сек, а североморской сельди 0,5—0,7 м/сек.

Обобщая все наблюдения, В. Н. Честной пришел к выводу, что для практических расчетов можно принять скорость погружения рыб, равной 0,5—0,7 м/сек.

Заканчивая изложение этого вопроса, необходимо сделать два следующих замечания.

При практическом расчете длины кошелькового невода определение скорости погружения нижней подборы по теоретическим формулам необходимо уточнить по опытным материалам Н. Н. Виноградова, изложенным в цитированной работе.

Время t_0 , входящее в формулы для определения длины невода, имеет двойное назначение. Во-первых, это время должно быть таким, чтобы нижняя подборка успела погрузиться на определенную глубину. Во-вторых, произведение $v_p t_0$ равно расстоянию, на которое судно может приблизиться к косяку, чтобы он при этом не изменил направления своего движения. Например, О. И. Саковец и С. С. Виннов [22] считают, что это расстояние для пелагиды равно:

Ходовые косяки	$v_p t_0 = 80-100 \text{ м}$
Питающиеся косяки	$v_p t_0 = 30-40 \text{ м}$

Имеются сведения [24], что при лове черноморской ставриды это расстояние можно делать равным 50—60 м.

ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ НЕВОДА

Верхняя и нижняя подборы кошельковых неводов обычно бывают разной длины, хотя иногда делаются и одинаковыми. При этом на практике и в литературе нет единого мнения по этому вопросу. Практика лова рыбы кошельковыми неводами показывает, что небольшое изменение длины нижней подборы, по-видимому, не сказывается на результатах лова. Этим и объясняется тот общеизвестный факт, что бывают случаи, когда для лова одной и той же рыбы успешно применяют невод с укороченной и с удлиненной нижней подборками.

Рассматривая кошельковый невод как плоскую фигуру, как его обычно изображают на чертежах (в действительности верхняя подборка плавает по поверхности воды, т. е. в вертикальной плоскости имеет вид прямой линии), с прямолинейной верхней подборкой, у которой средняя часть выше, чем клячи, нетрудно убедиться в том, что нижняя подборка должна быть длиннее верхней. Если высота невода в средней части составляет 0,1 от длины невода, а высота кляча составляет 0,5 от высоты невода в средней части, то в этой точке зрения нижняя подборка должна быть длиннее верхней примерно на 5%.

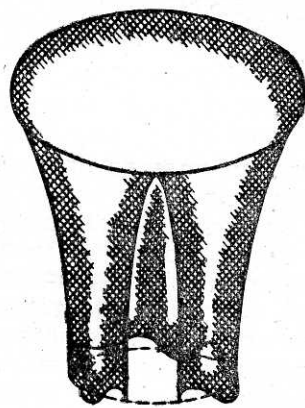


Рис. 6. Схема формы, принимаемой кошельковым неводом после полного погружения.

С другой стороны, при полном погружении невода его сетное полотно располагается не на цилиндрической поверхности, а на поверхности вращения, диаметр которой уменьшается к нижней подборке. Если нижняя подборка будет длиннее, чем периметр соответствующего сечения этой поверхности [4], то она (нижняя подборка) расположится по волнообразной кривой, средней линией которой будет окружность сечения (рис. 6). Это явление хорошо заметно на моделях кошельковых неводов.

Следовательно, если мы хотим иметь правильную форму сетного полотна невода после его окончательного погружения в воду, то нижнюю подборку следует делать короче верхней. Но следует иметь в виду, что на практике кошелькование начинают делать ранее того момента, когда невод погрузится на полную свою высоту, поэтому это соображение может иметь существенное значение только для очень низкорослых неводов.

При выборе длины нижней подборки приходится считаться еще с одним соображением. Н. Н. Виноградов заметил, что скорость погружения нижней подборки зависит от скорости замата, уменьшаясь с увеличением скорости хода судна. Легко представить, что это влияние будет тем сильнее, чем короче нижняя подборка. С этой точки зрения, являющейся, по-видимому, основной, нижнюю подборку следует делать немного (на 2—5%) длиннее верхней. Это различие в длинах подборок выгодно делать в пятной части невода, бежную часть делать длиннее верхней нецелесообразно. Тогда при замате все усилия по стаскиванию невода с поворотной площадки сейнера будут ложиться на верхнюю подборку, а нижняя, слабо натянутая, будет свободно погружаться в воду. Из этого следует, что при лове рыб, которые чаще всего уходят под нижнюю подборку невода, а не между его клячей, нижнюю подборку необходимо делать немного длиннее верхней. Так как такое положение имеет место для большинства известных промысловых рыб, то можно сделать вывод, что выгоднее увеличивать длину нижней подборки, а не уменьшать.

Одновременно с этим необходимо заметить, что в литературе имеются попытки оправдать целесообразность укорочения нижней подборки следующим соображением. Если у невода нижняя подборка короче верхней, то после замата сетное полотно у нижней кромки должно как будто бы иметь резкий изгиб во внутрь обметанного пространства. Рыба, подойдя к стене невода и пытаясь уйти под нижнюю подборку, в этом месте будет вынуждена изменить направление своего движения на обратное, т. е. начнет подниматься (рис. 7). Однако, как показывают опыты с моделями кошельковых неводов и как это следует из законов теоретической механики, сетное полотно невода у нижней подборки должно занимать вертикальное положение. Изгиб сетевого полотна у нижней кромки может получиться только тогда, когда к нижней подборке будут приложены горизонтальные силы, направленные внутрь обметанного пространства, т. е. когда начнется кошелькование. Но в этом случае изгиб сетевого полотна будет получаться независимо от состояния длин подборок.

Минимальная высота невода, вообще говоря, должна определяться положением косяка рыбы в толще воды; высота невода должна быть такова, чтобы нижняя подборка в первые моменты кошелькования находилась ниже косяка рыбы. Если объект лова может, встретив стену невода и пытаясь уйти под нижнюю подборку, опуститься на очень большую глубину, то тогда приходится высоту невода брать очень большой. Такое положение, например, имеет место при лове некоторых видов сардины. Но во всех случаях при определении невода мы должны исходить из этих биологических особенностей объекта лова — его положения в толще воды в первые моменты кошелькования и его способности глубоко погружаться при встрече препятствия.

Так как длина кошелькового невода определяется, исходя из скорости хода и размера косяка, а высота невода, исходя из его положения в толще воды, т. е. эти две величины определяются из совершенно различных биологических особенностей объекта лова, то между длиной и высотой невода не должно быть никакой зависимости. Это положение хорошо согласуется с практикой мирового рыболовства. Поэтому

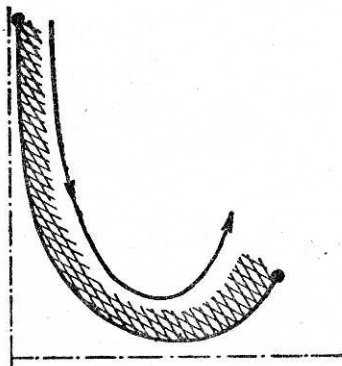


Рис. 7. Схема предполагаемого движения рыбы при встрече со стеной кошелькового невода, у которого нижняя подборка короче верхней.

неправ был М. Е. Макушок [16], который писал: «При постройке кошелькового невода должно быть обязательно соблюдено определенное соотношение или, как в таких случаях говорят, определенная пропорция между длиной невода и его глубиной. Пропорция эта требует, чтобы глубина кошелькового невода была не меньше одной десятой (10%) его глубины». В дальнейшем это утверждение М. Е. Макушка повторялось во всех книгах по кошельковым неводам без каких-либо критических замечаний. Ю. Т. Губенко [12] высказал мысль, что отношение высоты невода к его длине зависит от длины невода. Он писал, что при выборе длины невода «...необходимо учитывать два основных условия:

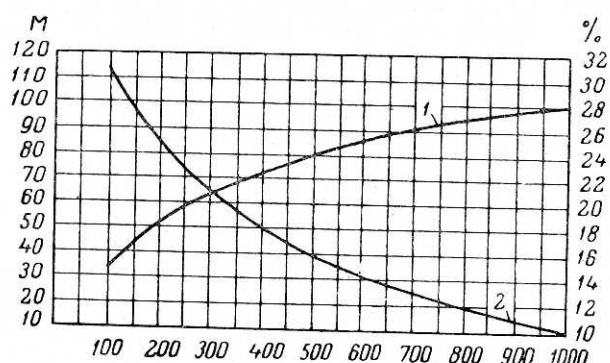


Рис. 8. Изменение глубины кошелькового невода в вытяжку в зависимости от изменения его длины по подборе (по Т. Т. Губенко);
1 — в метрах; 2 — в процентах.

невод должен хорошо кошельковаться и захватывать рыбу на определенной глубине. С этой точки зрения хорошего кошелькования невода глубина его в вытяжку должна быть равна 17—18% от его длины по верхней подборе.... Чем короче невод, тем относительно глубже он должен быть, даже превышая достаточно благоприятную глубину для кошелькования. Для маленьких мелководнейших неводов в 120—150 м длиной (для кильки, хамсы) глубину их в вытяжку по отношению к длине невода по подборе необходимо доводить до 30%. Наоборот, для больших (в 500, 700, 1000 м) и соответственно крупноячейных неводов (например, для лососевых и тунца) глубину в вытяжку по отношению к длине невода можно снижать до 14—12 и даже 10%». Эту зависимость Ю. Т. Губенко представил графиком, который приведен на рис. 8.

П. А. Старовойтов [14] утверждает: «...Как показывает практика и теория, весьма хорошие результаты дают кошельковые невода с отношением $L:H=8-9$ в жгуте при коэффициентах посадки по подборам $u_1=0,82-0,85$ и $u_2=0,57-0,53$. Только в исключительных случаях и при лове на мелководье можно допускать отношение $L:H=12-15$ в жгуте, так как при этом во время кошелькования сильно возрастают усилия на стяжном тресе и нижняя подбора значительно поднимается к поверхности воды. Большой подъем нижней подбора во время кошелькования служит частой причиной ухода рыбы из невода до конца кошелькования, особенно при малых общих размерах неводов в случаях лова ими на больших глубинах».

В этой связи интересно утверждение В. С. Калиновского [15]: «...Как правило, чем стенистее кошельковый невод, тем он более уловистей: поэтому нередко можно встретить такие кошельковые невода, где высота только в 4—5 раз меньше, чем его длина; невода, имеющие такое отношение длины к высоте, строят обыкновенно небольших размеров, до 200 метров длины».

Однако, несмотря на вполне определенные высказывания очень авторитетных специалистов, сущность этой проблемы еще не получила достаточного освещения.

Во-первых, все утверждения о том, что с точки зрения кошелькования отношения высоты невода к его длине должно равняться $1:10$, совершенно непонятны. Если невод имеет такое отношение, то он не может быть скошелькован без «сбегания» верхней подборы. Для того чтобы кошелькование было возможно без «сбегания», это отношение должно быть не меньше $1:2\pi=1:6,28$. Естественно, что чем меньше это отношение, тем при одной и той же скорости кошелькования требуется большее усилие кошелькования и тем быстрее нижняя подбора будет подниматься к поверхности воды в первые моменты выборки стяжного троса. Но невод при этом получается более легким и работа с ним может вестись в более быстром темпе. Заметим, кстати, что какое бы невод не имел отношение высоты к длине, его нижняя подбора к концу кошелькования обязательно будет у борта судна.

Таким образом, с точки зрения кошелькования критическим является отношение не $1:10$, а $1:6,28$.

Во-вторых, ссылки на практику рыболовства, видимо, ошибочны. Еще проф. Ф. И. Баранов указывал: «...при лове сельди-менхеден применяют американские кошельковые невода, имеющие при длине 350 м высоту только 10 м. С другой стороны, французские невода для лова сардины при длине 120—140 м имеют высоту 50—55 м». Поэтому проф. Ф. И. Баранов отношение $1:10$ считает только «средним и нормальным», но не оптимальным с точки зрения кошелькования. Такой взгляд на эту величину следует считать правильным, так как он отражает существующую практику мирового рыболовства.

Подводя итоги всем высказываниям по этому вопросу, можно прийти к следующему заключению. Высота кошелькового невода целиком определяется поведением объекта лова и должна выбираться, вообще говоря, независимо от его длины. Однако при этом необходимо считаться со следующим обстоятельством. При кошельковании верхняя подбора невода не остается неподвижной, а перемещается к центру обметанного пространства, по выражению рыбаков, «сбегается». Скорость сбегания верхней подборы к концу кошелькования постепенно увеличивается, средняя величина этой скорости зависит от величины посадочного коэффициента и от отношения высоты невода к его длине; чем больше посадочный коэффициент и чем меньше это отношение, тем больше скорость сбегания. Зависимость скорости сбегания от отношения высоты невода к его длине можно легко уяснить из того простого положения, что если это отношение меньше чем $1:2\pi=1:6,28$, то полное кошелькование, т. е. сведение стяжных колец в одну точку, невозможно без сбегания верхней подборы, так как в этом случае $L > 2\pi H$.

При сбегании верхняя подбора складывается в бухты, так что последующая выборка невода может быть затруднена.

При кошельковании низкостенных неводов, кроме нежелательного сбегания верхней подборы, происходит быстрый подъем нижней подборы к поверхности воды в первые же моменты выборки стяжного троса. Так как при этом нижняя подбора поднимается к поверхности воды задолго до смыкания стяжных колец, то возникает возможность ухода рыбы из обметанного пространства под нижнюю подбору во время кошелькования.

Сбегание верхней подборы возникает в результате движения сетного полотна к центру круга, что может иметь место только при затрате определенной энергии. Поэтому при кошельковании низкостенных неводов требуется большие усилия, чем при кошельковании высокостенных (в некоторых, конечно, пределах).

Все указанные выше обстоятельства приводят к тому, что кошельковые невода обычно строят большой высоты, до 70—80 м и даже более, со средним отношением высоты к длине в указанных пределах. Так как между глубиной залегания рыбы и ее размерами не существует никакой закономерной связи, то в среднем наблюдается, что короткие невода имеют это отношение больше, чем длинные, потому что длина невода зависит от размера рыбы.

Высота клячей кошелькового невода обычно бывает одинаковой и равна 0,4—0,6 от высоты невода в средней части. Основанием для уменьшения высоты невода к клячам служат два следующих обстоятельства. Во-первых, во время кошелькования стяжной трос, поднимаясь к борту судна, увлекает за собой клячевые части невода. Следовательно, нижняя подбора будет всегда находиться на уровне стяжного троса независимо от высоты клячевых частей невода. Во-вторых, в процессе лова клячи невода выбирают вручную до окончания кошелькования. Выборка длинных и тяжелых клячей за короткое время кошелькования — операция тяжелая, и тем тяжелее, чем длиннее клячи.

Анализируя вопрос о длине клячей, необходимо иметь в виду следующее. Кошелькование начинают, спустя 1—2 мин после окончания замета, не дожидаясь полного погружения нижней подборы бежной части. Поэтому представляет целесообразным бежной кляч делать короче пятого. Однако такое устройство невода, давая некоторую экономию материалов, усложняет постройку и работу с ним и поэтому на практике применяется редко.

РАСЧЕТ СТЯЖНОГО ТРОСА

Успех лова кошельковым неводом и трудоемкость работы с ним в значительной степени зависят от правильного выбора режима кошелькования. Для того чтобы определить прочные размеры стяжного троса и выбрать оптимальный режим кошелькования, необходимо рассмотреть процесс стягивания нижней подборы невода.

Положим, что невод выметан так, что его нижняя подбора образует полный круг. Так как при кошельковании усилие от стяжного троса передается на нижнюю подбору в местах прикрепления к ней стяжных колец, то стяжной трос примет форму правильного многоугольника с числом сторон, равным числу колец. Если пренебречь трением стяжного троса о кольцо, то из условия равновесия сил, приложенных к кольцу, следует (рис. 9)

$$R = 2T_0 \sin \alpha.$$

При большом числе колец, применяемом на практике, с большой точностью можно принять, что $\sin \alpha \approx \alpha$. Тогда это уравнение примет следующий вид

$$R = 2T_0 \alpha.$$

Из этого уравнения следует следующее важное заключение: если невод выметан не по кругу, то во время стягивания он будет стремиться расположиться по кругу. Это видно из того, что когда какая-либо часть невода отстанет от других соседних с ней частей при движении к центру круга, то в этом месте увеличится угол α и, следовательно, увеличится сила R , которая вынуждает нижнюю подбору невода двигаться к центру быстрее соседних частей.

Из геометрии известно, что $\alpha = \frac{\pi}{n}$, где n — число сторон многоугольника или в нашем случае число колец.

Поэтому

$$R = 2T_0 \frac{\pi}{n}.$$

Сила R приложена к нижней кромке невода в горизонтальной плоскости. В первые моменты тяги она будет деформировать сетную стену только у нижней подборы. Постепенно, по мере кошелькования, все большая часть сетной стены невода будет деформироваться, пока не придет в движение к центру круга и верхней подбора (рис. 10). Этому

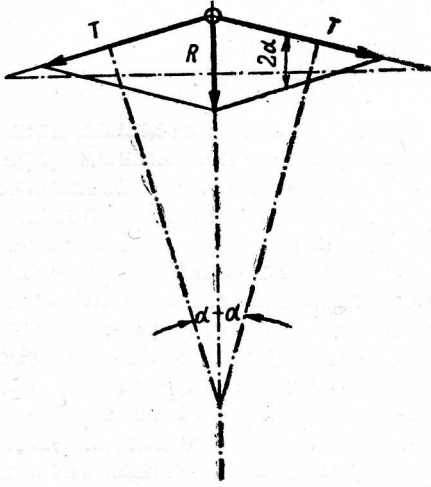


Рис. 9. Схема сил, действующих на стяжное кольцо кошелькового невода.

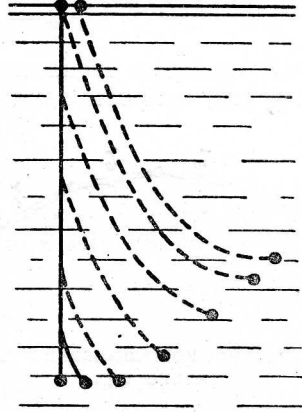


Рис. 10. Схема деформации стены кошелькового невода при стягивании стяжных колец.

сбеганию верхней подборы к центру круга способствуют горизонтальные силы, возникающие в сетном полотне по уравнению проф. Ф. И. Баранова. Так как с увеличением площади сетного полотна, движущегося к центру круга, увеличивается и его сопротивление, то должно возрасти и усилие стягивания, достигая максимума в тот момент, когда вся стена невода придет в поступательное движение. В это время, очевидно, сила R должна быть равна тому сопротивлению, которое испытывает секция невода, заключенная между двумя кольцами, двигаясь к центру круга.

Это сопротивление можно представить следующей формулой

$$R = kSv_c^2,$$

где S —площадь секции, равна $\frac{LH}{n}$;

v_c —скорость движения к центру круга;

k —коэффициент, равный $180 \frac{d}{n}$.

Так как сопротивление сетного полотна должно равняться силе, приложенной к стяжному кольцу, то будем иметь

$$R = \frac{2\pi}{n} T_0 = 180 \frac{d}{a} \frac{LH}{n} v_c^2$$

или

$$T_0 = \frac{180 LHv_c^2 \frac{d}{a}}{2\pi}.$$

В практической работе бывает известна скорость кошелькования — скорость выборки одного конца стяжного троса. Для того чтобы перейти от скорости v_c к скорости выборки стяжного троса v , можно воспользоваться следующим рассуждением.

Скорость пропорциональна пути, проходимому в единицу времени, поэтому уравнение $l=2\pi r$ равносильно уравнению $v_1=2\pi v_c$. Выборка троса производится одновременно за два конца, поэтому окончательно получим $v=\pi v_c$.

Подставляя это значение скорости в последнее уравнение, будем иметь

$$T_0 = \frac{180 \frac{d}{a} LHv^2}{2\pi^3} \approx 3 \frac{d}{a} HLv^2.$$

После того как стена невода придет в поступательное движение к центру круга, сопротивление будет оставаться постоянным (при постоянной скорости кошелькования), будет оставаться постоянным и усилие на стяжном тросе.

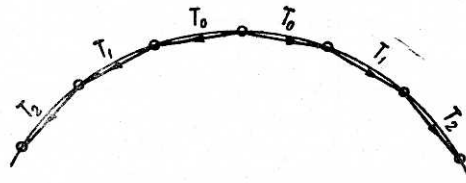


Рис. 11. Схема кошелькования и обозначение сил.

Полученная формула дает возможность определить натяжение стяжного троса в средней части невода в момент, когда вся стена невода начинает двигаться к центру обметанного пространства поступательно. Весь этот вывод в несколько ином математическом оформлении впервые был получен проф. Барановым.

В силу наличия трения между стяжным тросом и кольцами натяжение троса будет возрастать от центра невода к клячам, достигая максимума за первым кольцом.

Обозначим натяжения отдельных отрезков стяжного троса, как это показано на рис. 11. Натяжение свободного конца троса, выходящего из воды, обозначим $T_{n/2}$, где n —число колец. Если коэффициент трения в кольцах обозначить через f , то можно будет написать следующее равенство

$$T_1 = T_0 + Rf.$$

Так как R равно $2T_0 \frac{\pi}{n}$, то это уравнение запишется так

$$T_1 = T_0 + T_0 \frac{2\pi f}{n} = T_0 \left(1 + \frac{2\pi f}{n}\right).$$

Рассуждая аналогичным образом, получим выражение для T_2

$$T_2 = T_0 \left(1 + \frac{2\pi f}{n}\right)^2 \text{ и т. д.}$$

Натяжение свободного конца будет равно

$$T_{\pi/2} = T_0 \left(1 + \frac{2\pi f}{n}\right)^{\pi/2}.$$

Так как n всегда имеет значение больше 20, т. е. имеет очень большую величину, то с большой точностью можно положить, что

$$T_{\pi/2} = T_0 e^{f\pi}$$

и, следовательно, получаем известную формулу проф. Ф. И. Баранова.

Таким образом, отношение $T_{\pi/2} \cdot T_0$ зависит только от коэффициента трения в кольцах и не зависит от числа колец. Ниже приведены

значения величины этого отношения для некоторых величин коэффициента трения

Величина отношения	
f	$T_{n/2} : T_0$
0,1	1,37
0,2	1,87
0,3	2,57
0,4	3,50
0,5	4,81
0,6	6,57
0,7	9,00
0,8	12,30
0,9	16,90
1,0	23,00

Натяжение стяжного троса в процессе кошелькования будет возрастать, как указывалось выше, до того момента, пока вся стена невода не придет в поступательное движение к центру круга. Начиная с этого момента, натяжение стяжного троса будет некоторое время оставаться постоянным, немного увеличиваясь по мере выборки троса. Когда кошелькование приближается к концу, стяжные кольца и нижняя подбора с грузилами и прилегающей к ней делью будет двигаться не столько к центру круга сколько вверх, к борту судна. Постепенно все большая часть дели будет двигаться вверх и поэтому натяжение стяжного троса к концу кошелькования вновь должно возрастать. Максимальное натяжение стяжной трос будет иметь тогда, когда стяжные кольца подойдут к борту судна, так как в этот момент на стяжной трос передается вес нижней подборы, уздечек, грузил и половина веса дели невода.

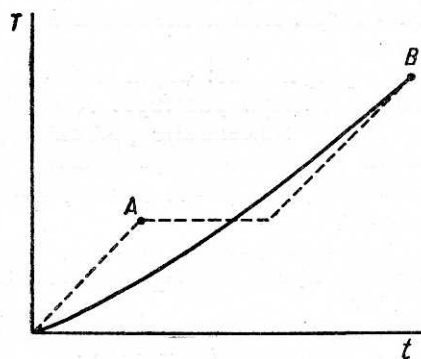


Рис. 12. Схема возрастания на стяжном тросе при кошельковании.

Нарисованная картина изменения натяжения стяжного троса схематически изображена на рис. 12 пунктирной ломаной линией и впервые опытным путем была получена инж. П. А. Старовойтовым. Точка А на этой ломаной линии соответствует моменту перехода всей стены невода к поступательному движению к центру обметанного пространства. Следовательно, полученная выше формула дает величину натяжения стяжного троса в этот момент $T_{n/2}$.

Величина горизонтального отрезка ломаной линии зависит от конструктивных особенностей невода и режима кошелькования. В некоторых случаях, когда, например, отношение высоты невода к его длине сравнительно велико, длина горизонтальной линии может быть равна нулю, и тогда натяжение стяжного троса будет возрастать непрерывно. В частности, инж. М. П. Смотряев [23], измеряя натяжение стяжного троса при кошельковании хамсового невода, получил кривую, схематически изображенную на рис. 12 сплошной линией. Совершенно очевидно, что чем меньше отношение высоты невода к его длине, тем больше может быть горизонтальный участок ломаной линии. Большое значение для характера этой кривой имеет и скорость кошелькования;

чем меньше скорость выборки стяжного троса, тем, по-видимому, больше будет длина горизонтального участка.

Максимальное натяжение двух концов стяжного троса (в точке *B*) равно весу нижней половины невода без стяжного троса. При этом вес дели надо брать в воде, а всех остальных частей — в воздухе, т. е.

$$T_{\text{расч}} = Q_{\text{д}} + Q_{\text{в}} + Q_{\text{г}},$$

где $Q_{\text{д}}$ —вес нижней половины дели невода в воде;
 $Q_{\text{в}}$ —вес в воздухе, но в мокром виде, нижней подборы и других веревочно-канатных деталей;
 $Q_{\text{г}}$ —вес грузил и стяжных колец.

ВЫБОР СЕТЕСНАСТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОСТРОЙКИ КОШЕЛЬКОВЫХ НЕВОДОВ

Дель, идущая на постройку кошелькового невода, должна удовлетворять двум обычным требованиям: она должна быть достаточно прочной и не обьячеивать рыбу. Первое требование определяет номер нитки, а второе приблизительно размер ячеи.

При выборе размера ячеи чаще всего исходят из размера ячеи жаберной сети, предназначенной для лова той же рыбы. Так поступают при расчете всех отцеживающих орудий лова, считая, что в сливной части (а для кошелькования невода во всех частях) дель должна иметь размер ячеи от 0,5 до 0,7 от размера ячеи жаберной сети. Так, Ю. Т. Губенко [12] пишет: «Для кошельковых неводов дель употребляю с ячеей обычно одного размера. Ячею же надо выбирать такого размера, чтобы самые маленькие рыбки облавливаемых косяков одной породы не могли обьячеиваться. Размер ячеи для кошельковых неводов берут обычно равный 60% размера ячеи жаберной сети для лова той же самой породы».

Таким образом, для определения размера ячеи дели кошельковых неводов предлагается простая зависимость

$$a_{\text{н}} = (0,5 - 0,7) a_{\text{ж}},$$

где $a_{\text{н}}$ —размер ячеи дели;
 $a_{\text{ж}}$ —размер ячеи жаберной сети, предназначенной для лова той же рыбы.

Однако такой подход к выбору ячеи является упрощенным.

Выбирая размер ячеи для жаберной сети, можно исходить из следующего равенства

$$4a_{\text{ж}} = \frac{S_{\text{ж}} + S_{\text{м}}}{2},$$

или

$$a_{\text{ж}} = \frac{S_{\text{ж}} + S_{\text{м}}}{8},$$

где $S_{\text{ж}}$ —величина обхвата рыбы у конца жаберных крышек;
 $S_{\text{м}}$ —величина максимального обхвата тела рыбы.

Это равенство вытекает из того, что рыба будет удерживаться жаберной сетью вполне надежно, если периметр ячеи сети будет больше обхвата рыбы у конца жаберных крышек и меньше максимального обхвата (без влияния удлинения ниток и смятия кожного покрова тела рыбы).

Размер же ячеи неводной дели следует определять, исходя из другого, прямо противоположного условия: рыба не должна путаться (обьячеиваться) в сетном полотне. Этому условию удовлетворяет такое

сетное полотно, периметр ячеек которого меньше, чем обхват рыбы у конца первых жаберных костей $S'_{ж}$, т. е. значительно меньше, чем обхват у конца жаберных крышек $S_{ж}$. Конкретные соотношения между этими двумя обхватами зависят от формы тела рыбы и особенностей строения черепа, но для первого приближения положим, что $S_{ж} = 2S'_{ж}$. Тогда для того чтобы сетное полотно не обхвачивало рыбу, размер ячеек должен удовлетворять следующему равенству

$$4a_n \leq S'_{ж}, \quad a_n = \frac{1}{8} S_{ж}.$$

Разделив одно уравнение на другое, получим

$$\frac{a_{ж}}{a_n} = \frac{S_{ж} + S_m}{S_{ж}} = 1 + \frac{S_m}{S_{ж}}.$$

Из этой формулы видно, что отношение $a_{ж} : a_n$ определяется формой тела рыбы. Для таких рыб, как например щука, омуль и т. д., у которых отношение $S_m : S_{ж}$ очень близко к 1, отношение $a_{ж} : a_n$ необходимо брать равным 2. Для рыб же «широких», таких, например, как лещ, вобла и т. д., это отношение может быть сравнительно большим, так как у этих рыб отношение $S_m : S_{ж}$ очень велико.

Таким образом, теоретически существует зависимость между размером ячеек неводной дели и размером ячеек жаберной сети

$$a_{ж} = z a_n,$$

где z —коэффициент, зависящий от формы тела рыбы.

Изучение колебаний этого коэффициента показывает, что даже для дальневосточных лососевых, форма тела которых сильно меняется не только для различных видов, но и в пределах одного вида для самцов и самок коэффициент z меняется сравнительно мало, равняясь примерно 0,50—0,55.

При постройке кошельковых неводов обычно применяют нитку более высоких номеров, т. е. более тонкую, чем при постройке других отцеживающих орудий лова и ловушек, хотя это и ведет к ускоренному износу дели. Объясняется это тем, что даже при таком выборе сетематериалов кошельковые невода вследствие своих больших размеров получают очень тяжелыми, до 3—4 т весом. Быстрое кошелькование и выборка таких тяжелых неводов в открытом море с небольших судов—тяжелая и трудоемкая работа.

Для постройки кошельковых неводов обычно применяют дель следующих номеров ниток: 34/9, 34/12, 20/9 и 20/12 и только для сливной части, которая у кошельковых неводов выполняет ту же роль, что куток мотни у закидных неводов и сливная часть садка у ловушек, иногда применяют нитки 20/15 и 20/18. Исключением из этого являются мелкоячейные кошельковые невода для лова азовской хамсы и каспийской кильки, основная часть которых строится из ниток 48/6 и 48/9.

Кройка современных кошельковых неводов, предназначенных для лова с одного судна, отличается большой простотой. Очень часто такие невода в раскрое имеют прямоугольную форму, т. е. одинаковую высоту в жгуте во всех частях невода. Невод сшивают из горизонтально расположенных пластин дели, так как в этом случае наибольшие усилия, действующие на дель во время выборки невода, направлены вдоль шворочных швов, а это делает дель более прочной. Только сливную часть, расположенную у пятного кляча, кроют из вертикальных полос, так как дель этой части получает основные усилия во время «подсушивания рыбы», когда основные усилия направлены вертикально (рис. 13).

Длина сливной части невода определяется условиями работы: она должна быть равна приблизительно длине судна. Это положение вытекает из назначения сливной части; в момент выливки рыбы в воде остается часть невода, длина которой или равна длине судна или немного больше этой длины. Практически длину сливной части, которая от остальных частей отличается только номером нитки и расположением полос, берут от 20 до 30 м и редко больше.

Высота сливной части обычно бывает равна высоте кляча и едва ли есть смысл делать ее более высокой.

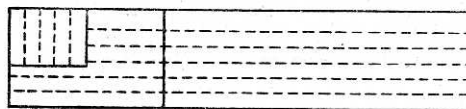


Рис. 13. Схема обычной кройки кошельковых неводов.

Часть, примыкающую к сливной, а также находящуюся под сливной, делают из нитки, толщина которой является промежуточной между толщиной нитки, из которой делают сливную часть, и ниткой крыла.

Обычное распределение делей бывает таким: часть, примыкающую к притонку и подпритонную делают из нитки, которая при том же номере пряжи имеет на три пряди больше, чем нитка крыла; сливную часть делают из нитки, которая при том же номере пряжи имеет на 3—6 прядей больше, чем соседние части. Так, например, если крыло невода сделано из нитки 34/9, то подпритонку и часть, расположенную рядом с притонком, делают из нитки 34/12, а притонку (сливную часть) из нитки — 34/15 или 34/18 или 20/15.

Теоретически уравнение, обеспечивающее равнопрочность сетных полотен, можно записать в следующем виде [6]:

$$aN \frac{u}{\sqrt{1-u^2}} = c,$$

где a —размер ячеей, мм;

N —приведенный номер нитки;

u —посадочный коэффициент;

c —постоянный коэффициент, зависящий от рода материала сетного полотна, условий работы невода и дели.

Величина коэффициента c для сливной части кошельковых неводов, построенных из хлопчатобумажной дели, колеблется от 20 до 30, а для крыла — от 60 до 90. При этом следует иметь в виду, что большие цифры следует применять при больших размерах ячеей (40—50 мм), а меньшие — при малых (8—10 мм).

ВЫВОДЫ

В работе приведены некоторые теоретические соображения и практические материалы по расчету кошельковых неводов, которые могут быть полезными при проектировании этих мощных орудий лова. В работе уточняются параметры, по которым следует определять длину кошельковых неводов по методу, опубликованному автором ранее.

Вышину невода следует брать, исходя из биологических особенностей объекта лова, а не из формальной величины отношения вышины невода к его длине.

Прочность стяжного троса должна определяться, исходя из веса нижней половины невода.

В работе уточняются критерии для выбора размера ячеи и номера нитки сетного полотна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев Н. Н. О длине кошельковых неводов. «Рыбная промышленность СССР». Сб. № 1 и 2, Пищепромиздат, 1944.
2. Андреев Н. Н. Теория лова рыбы кошельковыми неводами. Труды ВНИРО. Т. XI, Пищепромиздат, 1959.
3. Андреев Н. Н., Трахтенгерц А. Н. Скорость погружения нижней подборы кошельковых неводов. Труды Калининградского технического института рыбной промышленности. Вып. XI, «Морской транспорт», 1960.
4. Андреев Н. Н. Уравнение поверхности сетного полотна, прикрепленного к двум обручам. Труды Калининградского технич. ин-та рыбной промышл. Вып. XI, «Морской транспорт», 1960.
5. Андреев Н. Н. Некоторые вопросы теории лова рыбы жаберными сетями. Труды ВНИРО. Т. XXX, Пищепромиздат, 1955.
6. Андреев Н. Н. Сравнительная прочность двух сетных полотен. Труды Московского технического института рыбной промышленности и хозяйства. Вып. VIII. «Морской транспорт», 1960.
7. Баранов Ф. И. Техника промышленного рыболовства. Пищепромиздат, 1960.
8. Басин А. М. Теория устойчивости на курсе и поворотливости судна. Гос. изд. Техн.-теорет. лит., 1949.
9. Виноградов Н. Н. Скорость погружения нижней подборы кошельковых неводов. АзчерНИРО, 1950.
10. Войниканис-Мирский В. Н. Техника промышленного рыболовства. Пищепромиздат, 1953.
11. Губенко Ю. Т. Кошельковый лов пелагических рыб и дельфина в Черном море. Пищепромиздат, 1952.
12. Губенко Ю. Т. Кошельковый лов иваси. КОИЗ, 1939.
13. Инструкция. Наставление по разведке океанической сельди. ПИНРО. Изд-во «Полярная правда», 1954.
14. Кагановский А. Г., Старовойтов П. А. Скумбрия. Примиздат, 1947.
15. Калиновский В. С. Кошельковый лов сардины с маломерных судов. ТИИРО, Приморское книжное изд-во, Владивосток, 1941.
16. Макушок М. Е. Кошельковый невод. Северное изд-во, 1932.
17. Мантейфель Б. П. Изучение поведения стайных рыб в целях усовершенствования техники их лова. Труды совещания по вопросам поведения и разведки рыб. АН СССР, 1955.
18. Мартинсен Ю. В. Движение рыбы в реке. «Рыбное хозяйство» № 2, 1937.
19. Мартинсен Ю. В. Влияние течения на поведение рыб. «Рыбное хозяйство» № 12, 1940.
20. Раков А. И. Сейнерный промысел в Приморье и некоторые вопросы проектирования сейнеров. Минрыбпром СССР, Пищепромиздат, 1956.
21. Радаков Д. В., Даниловский Н. Н. Наблюдение за реакцией черноморской хамсы и некоторых других рыб на искусственные раздражители. Труды ВНИРО. Т. 36, Пищепромиздат, 1958.
22. Саковец О. И., Виннов С. С. Опыт работы передовиков активного лова Азово-черноморского бассейна. ВНИРО, изд-во журнала «Рыбное хозяйство», М., 1957.
23. Смотряев М. П. Экспериментальное обоснование исходных параметров промысловых механизмов сейнера. Автореферат, изд-во журнала «Рыбное хозяйство», 1954.
24. Тихонов В. Н., Виннов С. С., Паракецов И. А., Ткачев К. С. Биология и промысел крупной ставриды в Черном море. Пищепромиздат, 1955.
25. Федяевский К. К. О падении скорости подводного судна на установившейся циркуляции. Труды ЛКИ. Вып. 11, «Морской транспорт», 1953.
26. Фирсов Г. А. Формула для расчета крена корабля на установившейся циркуляции. Известия АН СССР, ОТН, № 5, 1946.
27. Шулейкин В. В. Физика моря. АН СССР, 1953.
28. Честной В. Н. Максимальные скорости движения рыб. «Рыбное хозяйство» № 9, 1961.
29. Blaxter I. H. S. and Dickson W. Observations on the swimming speeds of Fish. 1959.
30. Davidson K. and Shiff L. Turing and courskeeping qualities. TSNA. Vol. 54, 1946.
31. Davidson K. and Shiff L. On the turing and steering of ships. TSNA. Vol. 52, 1944.
32. Magnan A. Les caracteristiques gioment riques et physiques des poissons. Annales sciences naturelles zoologu. T. XII—XIII, 1929—1930.