

lume of water swept through the mouth of the trawl. The method of testing trawl from one vessel which remains on the fishing ground is based on this relation. At the same time the method permits to assess a specific concentration of fish in a given area and to plot it on the map.

УДК 639.2.081.1.001.4

ТАБЛИЧНЫЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОРУДИЙ ЛОВА

В. Н. Советов

В нашей стране используют большое количество разнообразных сетных орудий лова, на изготовление и ремонт которых ежегодно расходуются десятки тысяч тонн сетчанных материалов.

Океаническое рыболовство требует крупногабаритных орудий лова из материалов повышенной прочности, позволяющих облавливать толщу воды от дна до поверхности. Их конструкции постоянно совершенствуются, а к качеству предъявляются все более высокие требования. В связи с этим возникла необходимость в более глубоком научном обосновании проектирования и технологии постройки орудий лова. Для обеспечения заданных проектом формы, рабочих параметров, а также прочностных и всех прочих технико-эксплуатационных показателей необходимо было исследовать основные технологические операции, их взаимосвязь и влияние на рабочие (пространственные) параметры орудий лова. В предлагаемой работе изложен табличный способ определения основных параметров изготовления орудий лова.

Как известно, к основным технологическим операциям относятся раскрой сетного полотна, соединение сетных частей орудий лова, посадка их на подборы и пожилыны, остропка и оснастка.

Исследования кройки сетного полотна, опубликованные после первых работ Ф. И. Баранова, содержат ряд противоречивых положений (Войниканис-Мирский, Ужegov, Кузьмина, Феофелактова и др.). Например, для определения цикла раскроя, помимо формулы Ф. И. Баранова $\frac{m-n}{n}(1)$, отечественными зарубежными специалистами были предложены такие формулы:

$$\begin{aligned} \zeta &= \frac{m}{m-n}; \quad T = \frac{A-B}{2B}; \quad \frac{n-m}{n}; \quad \frac{m-n}{2n}; \quad \frac{n-m}{2n}; \quad \frac{B-M}{M}; \\ \frac{m+n}{m-n}; \quad \frac{B+M}{B-M}; \quad R &= Z: \frac{N-Z}{2}; \quad R = N: \frac{(Z-N)h}{2}; \quad R_v = \frac{2n}{m-n}; \\ R_h &= \frac{2m}{n-m}; \quad ANA_1B; \quad ATA_1B, \end{aligned}$$

в которых символы в левой части обозначают цикл кройки, а в правой — число ячеек по горизонтальной и вертикальной проекциям линии разреза, т. е. по ширине и высоте выкраиваемого клина.

В формулах ANA_1B или ATA_1B , применяемых во Франции, AN и AT обозначают срез узлов по вертикальной или горизонтальной прямой, а A_1B — срез диагональных нитей, где A и A_1 — число срезаемых узлов или нитей.

В литературе встречаются также формулы цикла кройки, сохранившиеся еще со времени научной вязки сетного полотна — $N:P$, где N — общее число рядов узлов, а P — число рядов узлов, через которые прибавляется (или сбавляется) одна ячей.

В ГДР и ФРГ используют выражение $I_2 + II_2$, где I_2 соответствует нашему P , а II_2 — число ячеек сбавки или прибавки.

Приведенные выше формулы отличаются от формулы (1) прежде всего выбором символов, обозначающих число срезаемых узлов и диагональных нитей. Если принять обозначения срезаемых узлов и нитей, предложенных Ф. И. Барановым, и провести некоторые преобразования, то все формулы примут вид

$$\frac{m-n}{n}; \frac{n}{m-n}; \frac{m-n}{2n}; \frac{2n}{m-n} \text{ и } (m-n) 2n.$$

Полученные формулы отличаются одна от другой и от формулы (1) способом написания и тем, что в них количество срезаемых узлов относится или к парам n срезаемых диагональных нитей, или к отдельным нитям $2n$.

Практика кройки сетных частей орудий лова, результаты экспериментов и сравнительный анализ формул позволяют нам рекомендовать формулу цикла кройки Cr

$$Cr = \frac{m-n}{2n}, \quad (2)$$

которая дает полное представление о соотношении срезаемых узлов и диагональных нитей. Количество срезаемых узлов $m-n$ в числителе предполагает начало кройки со среза узла, а не диагональной нити, срез которой уменьшает или увеличивает основание выкраиваемого клина на полуючею, что может привести к значительной ошибке в размерах двух других сторон клина по окончании кройки. В знаменателе приведены срезаемые диагональные нити (а не их пары), что обеспечивает наибольшую плавность линии среза. Однако формула (2) еще не определяет направления кройки и способа разбивки цикла на более простые, устраняющие вероятность потери ячеек, поэтому для ее применения установлены следующие дополнительные условия.

1. Срез узлов выполняется обязательно вдоль большой стороны (высоты) клина, которая должна располагаться впереди закройщика. Диагональные нити срезают в направлении большей стороны клина под углом уклона α_1

$$\alpha_1 = \arctg\left(\frac{m}{n} I\right) = \arctg(\operatorname{tg} \alpha I), \quad (3)$$

где m и n — размеры соответственно большей и меньшей стороны клина в ячейках;

$I = \frac{U_2}{U_1}$ — коэффициент уклона;

U_2 и U_1 — коэффициенты посадки по высоте и ширине клина;

α — угол резания.

2. Сложный цикл преобразуется по эмпирической формуле

$$Cr = \frac{P}{B} = \frac{1}{C} (P-t) + \frac{1}{C \pm 1}, \quad (4)$$

где Cr — развернутый цикл кройки;

P — число срезаемых узлов;

B — число срезаемых диагональных нитей;

$$C_r = \frac{P}{B} = \sum C_r' = \frac{\sum_{i=1}^{i=K} P_i'}{\sum_{i=1}^{i=K} B_i}$$

где C_r' — простой (элементарный) цикл кройки $C_r' = \frac{1}{C}$ или $\frac{1}{C \pm 1}$;

P_i' — число срезаемых узлов за простой цикл;

B_i' — число срезаемых диагональных нитей за простой цикл;

C — целое число, полученное от деления большей величины на меньшую;

t — наименьший по абсолютной величине остаток, полученный при делении большей величины на меньшую ($t = P - BC$). При $t > 0$ к C во втором члене прибавляется единица, при $t < 0$ — вычитается.

3. Отклонения от заданных размеров выкраиваемой фигуры (потери ячей) устраняют соблюдением выработанных правил раскроя, а в случае равенства знаменателя последнего простого цикла единице — преобразованием формулы (2)

$$C_r = \frac{P+1}{B} = \frac{\sum_{i=1}^{i=K-2} P_i}{\sum_{i=1}^{i=K-2} B_i} + \frac{2P_k+1}{2B_k} \quad (5)$$

Отклонение от заданной площади выкраиваемой фигуры определяют из уравнения

$$S_t = \frac{x_1^2}{2} (\operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \alpha_2) + \frac{x_2^2}{2} (\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \alpha_2) + (d + x_2 \operatorname{tg} \alpha_2) (x_2 - x_1), \quad (6)$$

где α ; α_1 ; α_2 — углы резания, выбираемые по циклу из прилагаемых таблиц;

x_1 ; x_2 ; d — текущие координаты линии разреза ($x_1 = 2an_1U_1$; $x_2 = 2anU_2$; $d = 2amU$);

$n_1 = L_c'$ — протяженность цикла;

U ; U_1 ; U_2 — коэффициенты посадки ($U = U_1 = U_2$).

Было определено влияние циклов кройки на форму сетного полотна и взаимосвязь циклов кройки и коэффициентов посадки.

Зависимость угла резания α от цикла кройки C_r выражается формулой

$$\alpha = \operatorname{arctg} (2C_r + 1), \quad (7)$$

а угол уклона разрезной кромки, определяющий форму клина, равен

$$\alpha_1 = \operatorname{arctg} [(2C_r + 1) l]. \quad (8)$$

Взаимосвязь цикла кройки и коэффициентов посадки плоской сетной фигуры определяется формулой

$$U_3^2 = U_2^2 + \frac{U_1^2}{(2C_r + 1)^2}, \quad (9)$$

где U_3 — коэффициент посадки по наклонной кромке.

Эта взаимосвязь сохраняется и при дифференциальном определении посадочных коэффициентов [7] и циклов кройки для сетной фигу-

ры с контурной кривой, заданной уравнением $y=f(x)$. При этом коэффициенты посадки определяются как

$$U_1 = \frac{1}{2a} \cdot \frac{dx}{dn}; \quad U_2 = \frac{1}{2a} \cdot \frac{dy}{dm},$$

а цикл кройки через

$$Cr = \frac{1}{2} \left[\frac{f'(x)}{l} - 1 \right], \quad (10)$$

где m, n — размеры сети в ячейх жгута (по направлению осей координат);
 a — шаг ячеи.

Если линия разреза задана какой-либо кривой $y=f(x)$, то цикл ее кройки определяется в соответствии с формулами (3) и (10). Предположим, что кривая линия разреза полотна задана функцией $y=f(x)$ в в прямоугольной системе координат. Возьмем на кривой какую-либо точку M_0 с координатами x и y и проведем касательную к кривой в точке $M_0(x, y)$.

Известно, что касательная к графику функции $f(x)$ в соответствующей точке $M_0(x, y)$ образует с положительным направлением оси OX угол α , тангенс которого равен производной при данном значении аргумента x , т. е. $\operatorname{tg} \alpha = f'(x)$. Допустим, что $x=n$ ячей, $y=m$ ячей, тогда $\operatorname{tg} \alpha = f'(n)$, а угол уклона касательной к кривой $\alpha = \operatorname{arctg} f'(n)$.

Так как в каждой точке кривой $f(n)$ касательная будет иметь свой угол уклона α , а соответственно и свой цикл кройки, то, изменяя значение аргумента n на минимальную величину Δn , равную протяженности одной или двух ступеней цикла кройки в точке $M f(n); (n+\Delta n)$, получим ступенчатую линию разреза, предельно близкую к заданной кривой.

Когда протяженность цикла, выбранная по углу α , очень мала (или велика) по отношению к длине отрезка выкраиваемой кривой, следует определить координаты точек пересечения касательных (B, C, D, E и т. д.), решая уравнения

$$y = 0;$$

$$y - y_{A1} = f'(x_{A1})(x - x_{A1}) = \operatorname{tg} \alpha_1 (x - x_{A1});$$

$$y - y_{A2} = f'(x_{A2})(x - x_{A2}) = \operatorname{tg} \alpha_2 (x - x_{A2}).$$

По координатам точек $B(x_b, y_b); C(x_c, y_c)$ и т. д. находим длины отрезков касательных (AB, BC, CD и т. д.), а по ним — необходимое количество циклов и соответствие их протяженности длине линии среза. При слишком большой протяженности цикла его заменяют другим с учетом минимального отклонения от угла α .

Для цепной линии угол α уклона касательной в точке A будет равен

$$\alpha = \operatorname{arctg} \left(\operatorname{Sh} \frac{n}{P} \right),$$

где $\operatorname{Sh} \frac{n}{P}$ — гиперболический синус;
 P — параметр цепной линии.

Для параболы

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{n}{P};$$

для равносторонней гиперболы

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{n}{\sqrt{n^2 - 1}};$$

для окружности с радиусом R

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{n}{\sqrt{R^2 - n^2}};$$

для прямой линии

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{m}{n},$$

так как $\operatorname{tg} \alpha = i = \frac{m}{n} = \operatorname{const.}$

По этим формулам можно получить значения углов α уклона касательной к кривой $m = f(n)$ или уклона линии разреза сетного полотна; соответствующие фактическим, только в том случае, если полотно растянуто равномерно во всех направлениях, т. е. коэффициент посадки $U_1 = U_2 = 0,707$, и ячея имеет квадратную форму. Во всех остальных случаях угол уклона α следует корректировать при помощи коэффициента уклона $I = \frac{U_2}{U_1}$

$$\alpha' = \operatorname{arctg} [f'(n) I],$$

или

$$\alpha' = \operatorname{arctg} (\operatorname{tg} \alpha I). \quad (11)$$

Для проверки полученного цикла можно определить величину отклонения кривой, выкроенной по расчетному циклу, от заданной, например цепной линии.

Для этого по формуле $y = PCh \frac{x}{P} - P$ при $y = m'$ и $x = n'$ определяют ординату точки m' по данной абсциссе n' ; $m' = PCh \frac{n_1}{P} - P$ и формуле $m = n' \frac{2P' - B}{B}$ из полученного цикла. Разность $\delta = m' - m$ будет характеризовать правильность выбранного цикла для данной кривой.

Был разработан метод определения циклов соединения с максимальной равномерностью, в основу которого положена эмпирическая формула

$$C_j = \frac{L}{L_1} = \frac{C}{1} (L_1 - t) + \frac{C+1}{1} t, \quad (12)$$

где L, L_1 — количество ячеей (см) соответственно в меньшей и большей кромках или коэффициенты при простых циклах;
 $\frac{C}{1}; \frac{C \pm 1}{1}$ — простые (элементарные) циклы соединения.

При $C=1$ съачеивание происходит ячея в ячею; при $C=2$ — с вывязкой одной глухой ячеи; при $C=3$ — двух глухих ячей и т. д.

Сущность метода состоит в том, что вначале определяют простейшие (элементарные) циклы соединения $\frac{C}{1}; \frac{C \pm 1}{1}$, различающиеся между собой на одну ячею (или см) и показывающие минимальное количество ячеей большей кромки, которое необходимо присоединить к од-

ной ячеей меньшей. Затем определяют порядок чередования элементарных циклов и их совокупностей между собой, т. е. полный или развернутый цикл, выполнение которого позволяет соединить кромки сетного полотна с максимальной равномерностью.

На основании изложенных выше результатов был разработан табличный метод определения основных параметров изготовления орудий лова: циклов кройки, соединения и посадки сетного полотна, углов уклона (резания), а также линейного равномерного распределения любух двух условно неделимых величин, как, например, ячей, поплавок и грузил по огнивам; марок, пробивок по длине подбор и т. п. Этот способ облегчает и ускоряет расчеты при проектировании, постройке и ремонте орудий лова.

Таблицы дают возможность по отношениям сторон выкраиваемого клина $\left(\frac{m}{n}\right)$, длин кромок соединяемых полотен $\left(\frac{L_1}{L}\right)$, длин жгутовой кромки сажаемого полотна и подбор (по коэффициенту посадки $U = \frac{l}{L}$), количества поплавков и огнив и т. п. определить углы уклона (углы резания), простые и развернутые циклы кройки, соединения и посадки сетного полотна, равномерность оснастки орудий лова и т. д.

Диапазон отношений $\frac{m}{n}$; $\frac{L'}{L}$; $\frac{l}{L}$ и т. д. составляет от 0,00 до 500 с интервалами в 0,001 до значения $\frac{P}{B} = 0,072$, а затем с интервалами в 0,01 и более.

Угол уклона α определяется с точностью от $0^{\circ}01'$ до $0^{\circ}30'$ в пределах от 45° до 90° (так как ранее было принято условие, что всегда $m > n$). При расчете циклов кройки по криволинейному контуру возможен случай, когда уклон $\frac{m}{n}$ получается меньшим единицы $\left(\frac{m}{n} < 1\right)$, а угол $\alpha < 45^{\circ}$, тогда необходимый цикл следует находить по величине дополнения до единицы, т. е. $1 - \frac{m}{n}$.

В таблице приведены циклы двух видов (графы четвертая и пятая): циклы первого — сумма двух простых, элементарных циклов, перед каждым из которых стоит коэффициент, показывающий сколько раз необходимо повторить данный цикл; циклы второго вида — развернутые циклы или сумма двух совокупностей простых циклов.

Полностью развернутые циклы приведены в таблице до значения $\frac{m}{n} = 2,09$. Последующие циклы даны в предпоследней стадии развертывания и при необходимости могут быть преобразованы. Выбор того или иного цикла зависит от точности выполнения операций при постройке орудий лова.

Полностью развернутый цикл легко свернуть до любого вида. Например, $\frac{m}{n} = 2,234$; $\alpha = 64^{\circ}53'$.

Полностью развернутый цикл кройки:

$$Cr = \left\{ \left[\left(\frac{1}{1} + \frac{1}{2} \right) + 1 \left(\frac{1}{1} + 2 \frac{1}{2} \right) \right] + 2 \left[\left(\frac{1}{1} + \frac{1}{2} \right) + 2 \left(\frac{1}{1} + 2 \frac{1}{2} \right) \right] \right\} + \\ + \left\{ \left[\left(\frac{1}{1} + \frac{1}{2} \right) + \left(\frac{1}{1} + 2 \frac{1}{2} \right) \right] + 3 \left[\left(\frac{1}{1} + \frac{1}{2} \right) + 2 \left(\frac{1}{1} + 2 \frac{1}{2} \right) \right] \right\}$$

может быть свернут по принципу подобных членов

$$Cr = 2 \left[\left(\frac{1}{1} + \frac{1}{2} \right) + \left(\frac{1}{1} + 2 \frac{1}{2} \right) \right] + 5 \left[\left(\frac{1}{1} + \frac{1}{2} \right) + 2 \left(\frac{1}{1} + 2 \frac{1}{2} \right) \right]$$

и далее

$$Cr = 7\left(\frac{1}{1} + \frac{1}{2}\right) + 12\left(\frac{1}{1} + 2\frac{1}{2}\right); \quad Cr = 19\frac{1}{1} + 31\frac{1}{2} = \frac{50}{81}.$$

Проверим правильность полученного результата

$$m = n \frac{B + 2M}{B} = n \frac{81 + 100}{81} = n \frac{181}{81},$$

а отношение $\frac{m}{n} = \frac{181}{81} = 2,234$, т. е. цикл свернут правильно.

Пользоваться таблицами при определении цикла прямолинейной ступенчатой кройки нетрудно: достаточно определить чему равно отношение $\frac{m}{n}$ и с этой величиной войти в таблицу. Например, требуется выкроить клин высотой $m = 184$ ячеям и шириной $n = 100$ ячеям. Нужно определить полностью развернутый цикл кройки Cr и угол уклона разрезной кромки α . $\frac{m}{n} = \frac{184}{100} = 1,84$. Находим по таблице угол уклона $\alpha = 61^\circ 30'$, а цикл будет равен

$$Cr = 2\left[\left(\frac{1}{3} + \frac{1}{2}\right) + 2\left(\frac{1}{3} + 2\frac{1}{2}\right)\right] + \left[\left(\frac{1}{3} + \frac{1}{2}\right) + \left(\frac{1}{3} + 2\frac{1}{2}\right)\right].$$

При определении из таблиц циклов кройки для криволинейного контура необходимо предварительно рассчитать углы уклона разрезных кромок α (или $\operatorname{tg} \alpha$) на отдельных участках кривой (или в ее последовательно расположенных точках A ; A_1 ; A_2 и т. д.), а по углам и протяженности ступени цикла найти развернутые циклы кройки кривой.

Выводы

1. Правильно выполнить раскрой сетного полотна, соединение сетных частей орудия лова, посадку их на подборы и пожилыны, остропку и оснастку невозможно без точного научно обоснованного расчета.
2. Разработан табличный способ определения основных параметров изготовления орудий лова, обеспечивающих заданные форму, рабочие параметры, прочностные и все прочие технико-эксплуатационные показатели орудий.
3. Табличный способ, который может быть применен при проектировании, постройке и ремонте орудий лова, значительно повышает точность и скорость расчетов и, кроме того, дает возможность фигурной вязки и раскроя сетного полотна при помощи электронно-счетных устройств.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев Н. И. О кройке сети на поверхности вращения. — Бюллетень ПИНРО № 4 (18). — Мурманск, 1961, с. 44.
2. Алексеев Н. И. Формула для определения циклов резки сетного полотна при кройке на криволинейные контуры. — Рыбное хозяйство, № 8, 1964, с. 44.
3. Андреев Н. Н. Расчет фигурной кройки подъемных дорог ставных неводов. — Труды ВНИРО, 1959, т. XLI, с. 148.
4. Андреев Н. Н. Определение посадочных коэффициентов при изменении длины нитей сетного полотна. — ВНИРО, доклады, № 1, 1947, с. 1—10.
5. Андреев Н. Н. Выбор величины посадочного коэффициента. — Труды Калининградского рыбвтуза, 1962, вып. 14, с. 25.
6. Андреев Н. Н. Некоторые вопросы проектирования кошельковых неводов. — Труды ВНИРО, 1962, с. XLVII, с. 158.

7. Андреев Н. Н. Об одном случае изгиба боковых кромок сетного полотна. — Труды Мосрыбвтуза, 1953. Вып. 5, с. 55.
8. Андреев Н. Н. Три задачи из теории посадки сетного полотна. — Труды ВНИРО, 1962, т. XLVII, с. 137.
9. Андреев Н. Н. Справочник по орудиям лова, сетеснастным материалам и промысловому снаряжению. — М.: Пищепромиздат, 1962. — 486 с.
10. Андреев Н. Н. Дифференциальное определение посадочного коэффициента. — Труды Мосрыбвтуза, 1963, вып. 5, с. 69.
11. Баранов Ф. И. Теория и расчет орудий рыболовства. М.: Пищепромиздат, 1940.
12. Баранов Ф. И. Техника промышленного рыболовства. М.: Пищепромиздат, 1960. — 265 с.
13. Войниканис-Мирский В. Н. Техника промышленного рыболовства. Части I и II. — М.: Пищепромиздат, 1951.
14. Войниканис-Мирский В. Н. Техника промышленного рыболовства и промысла морского зверя. — М.: Пищепромиздат, 1961. — 90 с.
15. Меньшиков З. К., Носницын И. С. Ступенчатая кройка неводных делей. — Рыбное хозяйство, 1952, № 5, с. 11.
16. Ужегов А. Г., Кузьмина А. С. Кройка сложных форм сетного полотна. М.: Рыбное хозяйство, 1958, с. 1—61.
17. Феофирактова А. Г. Расчет и кройка сетных орудий рыболовства. — М.: Пищепромиздат, 1957. — 61 с.
18. Старовойтов П. А. Кройка сетного полотна в тралах. — Труды ПИНРО, 1965—1966.
19. Brandt A. V. Berechnung der Schnittführung beim Zuschneiden von Netzfischen. Protokoll zur Fischereitechnike Institut für Fangtechnik. Hamburg, Bd. XI, n. 49, 1968.

*USE OF THE TABULATION METHOD TO DEFINITION OF THE MAIN
DESIGNED PARAMETERS OF FISHING GEAR*

Sovetov V. N.

SUMMARY

Some formulas and conditions of cutting net parts of fishing gear (of rectangular and curvilinear outlines), influence of cutting cycles on the form of the webbing as well as in teraction of cutting cycles and hanging coefficients are ascertained.

The method of joining webbings and parts of fishing gear to secure the maximum uniformity is suggested.

A tabulation method of determination of the principle parameters of fishing gear is suggested. It may be applied to designing, construction and repair of fishing gear as well as to shape making and cutting of the webbing with the use of computers.

УДК 677.664.22.03—14

**УПРУГОЭЛАСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КАПРОНОВОЙ ВЕРЕВКИ
ДИАМЕТРОМ 3,1 ММ**

Е. Н. Михайлова

Тралы можно рассматривать как инженерные сооружения, форма которых легко меняется под действием переменных внешних нагрузок, вызывающих деформацию как отдельных нитей, так и сетного полотна в целом [1]. Величина, продолжительность и периодичность нагрузок, воздействующих на орудия лова в процессе их эксплуатации, изменяются в широких пределах. Воспроизвести в лабораторных условиях все многообразие вариантов нагрузок и определить величины соответствующих им деформаций практически невозможно [5].

Однако известно, что при эксплуатации тралов в нитях сетного полотна возникают в основном деформации продольного растяжения (удлинения). Общее удлинение нитей при приложении растягивающей