

УДК 639.2.081.117

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТРАЛОВ

В.Н.Советов

Одна из возможностей повышения технико-эксплуатационных показателей и снижения себестоимости орудий промышленного рыболовства – усовершенствование и оптимизация технологии их изготовления. Совершенный технологический процесс, основанный на глубоком изучении особенностей отдельных операций, их взаимосвязи и влияния на промысловые качества – залог производства высокоэффективных орудий лова при минимуме затрат труда и сетематериалов.

Основу технологии изготовления большинства сетных орудий лова составляют раскрой и посадка сетного полотна. От этих операций зависят почти все технико-эксплуатационные и промысловые показатели орудий лова, поэтому теория и практика раскроя и посадки сетного полотна в настоящее время изучены достаточно хорошо.

Советские и зарубежные ученые и специалисты (Алексеев, 1961, 1964, Баранов, 1960, Андреев, 1959, 1960, 1962; Войниканис-Мирский, 1952, 1961; Сонов, 1957, Попов, 1955, Трещев, 1959, Фридман, 1958, Старовойтов, 1964, 1966; Tauti, 1925; Kondo, 1959, 1960; Schlieker, 1963; Schmidt, 1961

и др.) исследовали влияние раскроя и посадки на уловистость и селективность орудий лова, на гидродинамическое качество и сопротивление сетного полотна, на его форму, натяжение нитей и т.п., а также проблемы, связанные с теорией, расчетом и техникой раскроя и посадки сетных орудий лова.

Лабораторией рыболовных материалов и промысловой гидродинамики ВНИРО проводились исследования взаимосвязи коэффициентов посадки и циклов раскроя сетного полотна и их влияния на так называемые построечные и рабочие углы атаки сетных частей орудий лова.

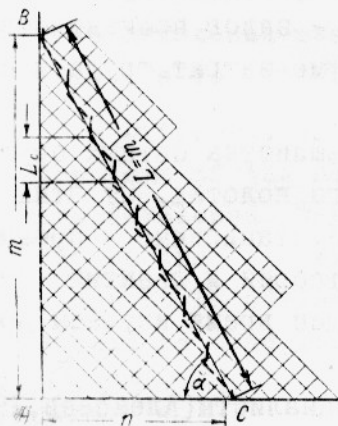
Угол резания и построчный угол атаки

Раскрой и посадка как технологические операции тесно связаны между собой требованием практики в части сохранения ромбической формы ячеей и равнонапряженности нитей сетного полотна, так как невыполнение этого требования вызывает при эксплуатации орудия лова необратимые деформации и в конечном итоге разрывы сетного полотна.

Для установления аналитической зависимости параметров этих операций рассмотрим сетной треугольник - клин ABC (рис. I), гипотенуза которого является линией раскроя сетного полотна по циклу

$$C_r = \frac{m-n}{2n} = \frac{1}{2} \left(\frac{m}{n} - 1 \right), \quad (I)$$

где C_r - цикл кройки;
 m, n - размеры катетов клина (в ячейх или метрах).



Если в формуле (I) отношение $\frac{m}{n}$ принять равным $\operatorname{tg} \alpha$, где α - угол резания (т.е. угол уклона линии разреза BC к горизонтали сетного полотна AC при равных коэффициентах посадки $U_1 = U_2 = 0,71$), то

$$C_r = \frac{1}{2} (\operatorname{tg} \alpha - 1), \quad \text{или}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = 2C_r + 1 \quad \text{откуда}$$

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

Рис. I. Раскрой сетного полотна по циклу $C_r = \frac{m-n}{2n}$

Уклон линии разреза сетного полотна в посадке с коэффициентами U_1 и U_2 равен

$$\operatorname{tg} \alpha' = \frac{2amU_2}{2anU_1} = \frac{m}{n} \cdot \frac{U_2}{U_1} = \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{U_2}{U_1}.$$

Обозначив $\frac{U_2}{U_1}$ через J - коэффициент уклона, - получим

$$\operatorname{tg} \alpha' = J \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (3)$$

а угол уклона

$$\alpha' = \operatorname{arctg}(J \cdot \operatorname{tg} \alpha) \quad (3')$$

Т а б л и ц а I

Углы резания и простейшие циклы кройки, наиболее часто применяемые при постройке орудий лова

Уклон клина $i = m/n$ (при $U_1 = U_2$)	Угол резания α	Цикл кройки $C_r = \frac{m-n}{2n}$	Уклон клина $i = m/n$ (при $U_1 = U_2$)	Угол резания α	Цикл кройки $C_r = \frac{m-n}{2n}$
I,00	45°00'	По диагонали	3,00	71°34'	$\frac{1}{1}$
I,20	50°00'	$\frac{1}{10}$	3,50	74°03'	$3\frac{1}{1} + \frac{2}{1}$
I,22	50°42'	$\frac{1}{9}$	4,33	77°00'	$2\frac{2}{1} + \frac{1}{1}$
I,24	51°07'	$2\frac{1}{8} + \frac{1}{9}$	5,00	78°41'	$\frac{2}{1}$
I,25	51°20'	$\frac{1}{8}$	6,00	80°32'	$\frac{2}{1} + \frac{3}{1}$
I,29	52°08'	$\frac{1}{7}$	7,00	80°52'	$\frac{3}{1}$
I,30	52°30'	$2\frac{1}{7} + \frac{1}{6}$	9,00	83°40'	$\frac{4}{1}$
I,33	53°07'	$\frac{1}{6}$	9,33	83°53'	$5\frac{4}{1} + \frac{5}{1}$
I,40	54°30'	$\frac{1}{5}$	11,00	84°48'	$\frac{5}{1}$
I,50	56°19'	$\frac{1}{4}$	13,00	85°36'	$\frac{6}{1}$
I,60	58°00'	$2\frac{1}{3} + \frac{1}{4}$	15,00	86°11'	$\frac{7}{1}$
I,67	59°02'	$\frac{1}{3}$	16,16	86°27'	$\frac{7}{1} + \frac{8}{1}$
I,75	60°15'	$2\frac{1}{3} + \frac{1}{2}$	17,00	86°38'	$\frac{8}{1}$
I,80	61°00'	$\frac{1}{3} + \frac{1}{2}$	19,00	86°59'	$\frac{9}{1}$
2,00	63°30'	$\frac{1}{2}$	21,00	87°16'	$\frac{10}{1}$
2,33	66°47'	$\frac{1}{1} + \frac{1}{2}$			

Соответствующий углу уклона α' угол $\beta = 90^\circ - \alpha'$ условно можно назвать построечным углом атаки, так как он представляет собой угол между продольной (сшивной, топекантной) кромкой сетного полотна в посадке и продольной осью тралирующего орудия лова.

Подставив значение $\operatorname{tg} \alpha = 2C_r + 1$ в уравнение (3), после некоторых преобразований получим

$$C_r = \frac{1}{2} \left(\frac{\operatorname{tg} \alpha'}{J} - 1 \right), \quad (4)$$

учитывая, что $\operatorname{tg} \alpha' = \operatorname{ctg} \beta$; $\beta = \operatorname{arcctg} [(2C_r + 1)J]$. (4')

Уравнение (4') аналитически связывает между собой построечный угол атаки β , цикл кройки C_r и коэффициент уклона, равный отношению коэффициентов посадки по вертикали и горизонтали $J = \frac{U_2}{U_1}$ (табл.2)

Т а б л и ц а 2

Коэффициент уклона J в зависимости от коэффициента посадки U_2 .

U_2	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,1	0,101	0,111	0,121	0,132	0,142	0,152	0,162	0,174	0,184	0,194
0,2	0,220	0,215	0,225	0,237	0,248	0,258	0,268	0,282	0,292	0,302
0,3	0,316	0,326	0,338	0,350	0,362	0,376	0,388	0,398	0,413	0,423
0,4	0,435	0,450	0,461	0,478	0,488	0,505	0,517	0,533	0,546	0,563
0,5	0,575	0,593	0,612	0,623	0,643	0,655	0,674	0,696	0,716	0,729
0,6	0,750	0,772	0,795	0,820	0,842	0,855	0,881	0,905	0,932	0,958
0,7	0,988	0,010	1,040	1,071	1,105	1,135	1,168	1,201	1,235	1,292
0,8	1,331	1,371	1,435	1,480	1,554	1,605	1,682	1,775	1,870	1,933
0,9	2,030	2,161	2,360	2,505	2,760	3,061	3,421	4,030	4,900	7,070

Посадка косых кромок сетного полотна

Для расчета коэффициента посадки U_3 наклонной кромки - гипотенузы клина из треугольника ABC (рис.1) - находим

$$BC^2 = AB^2 + AC^2 = (2amU_2)^2 + (2anU_1)^2 = (2amU_3)^2$$

Разделив обе части равенства на $(2am)^2$, получим

$$U_3^2 = U_2^2 + \left(\frac{n}{m} \cdot U_1 \right)^2 = U_2^2 + (U_1 \cdot \operatorname{ctg} \alpha)^2;$$

$$U_3^2 = U_2^2 + U_1^2 \cdot \operatorname{ctg}^2 \alpha,$$

(5)

или

$$U_3 = \sqrt{U_2^2 + \left(\frac{U_1}{2C_r + 1}\right)^2} \quad (5')$$

Зависимость коэффициента посадки по наклонной кромке U_3 от угла резания α при различных значениях двух других коэффициентов U_2 и U_1 показана на рис.2, из которого следует, что при $m > n$ чем меньше угол резания $\alpha = \arctg(2C_r + 1)$, тем меньше усадка дели на наклонной кромке ($U_3 \rightarrow 1$). При $\alpha = 45^\circ$, когда стороны клина равны, т.е. $m = n$ и срезаются только диагональные нити, коэффициент U_3 равен единице независимо от коэффициентов U_2 и U_1 .

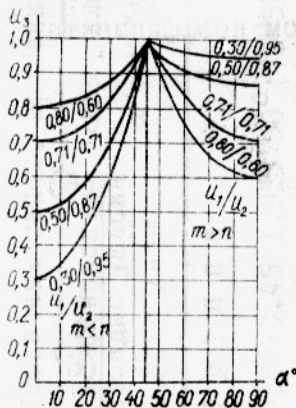


Рис.2. График зависимости коэффициента посадки наклонной сетной кромки U_3 от угла резания

Зависимость коэффициента посадки U_3 от цикла кройки C_r при заданных коэффициентах U_2 и U_1 изображена на рис.3.

Кривая $U_3 = f(C_r)$ асимптотически приближается к прямой $y = U_2 = \text{const}$.

Максимальное значение U_3 , равное единице, имеет место при $C_r = 0$, т.е. когда две стороны выкраиваемого клина равны и клин кроится по диагонали.

Наибольший перепад значений U_3 наблюдается при циклах кройки в пределах от 0 до $1/2$, причем с увеличением отношения U_1/U_2 этот перепад также увеличивается.

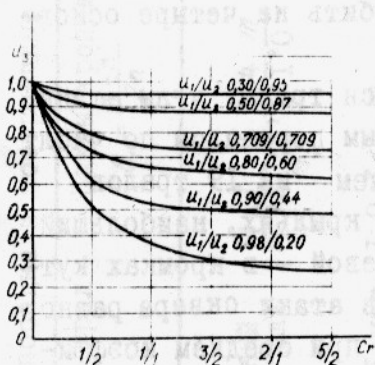


Рис.3. График зависимости коэффициента посадки наклонной сетной кромки U_3 от цикла раскроя

Приведенные формулы (5) и (5') и графики 2, 3 позволяют находить требуемый коэффициент посадки по наклонной кромке сетного полотна срудия лова, когда заданы горизонтальный и вертикальный коэффициенты посадки и известен цикл кройки, и определять цикл кройки сетного полотна, когда известны коэффициенты посадки его кромок.

Например, зная коэффициент посадки по гужу и циклы раскроя

крыльев и мотни трала, по формуле (5') нетрудно определить требующиеся коэффициенты посадки по подборам, топенантам или пожилинам.

Так как из уравнения (5') следует, что

$$2C_r + 1 = \frac{U_1}{\sqrt{U_3^2 - U_2^2}}, \quad \text{а} \quad U_2 = \frac{\sqrt{U_3^2(2C_r + 1)^2 - U_1^2}}{2C_r + 1}$$

$$\text{и} \quad \text{ctg } \beta = (2C_r + 1)J = \frac{U_2}{\sqrt{U_3^2 - U_2^2}} = \frac{\sqrt{U_3^2(2C_r + 1) - U_1^2}}{U_1},$$

построечный угол атаки сетного полотна с учетом коэффициента посадки по наклонной кромке U_3 будет равен

$$\beta = \text{arc tg} \frac{\sqrt{U_3^2 - U_2^2}}{U_2}, \quad (6)$$

или

$$\beta = \text{arctg} \frac{U_1}{\sqrt{U_3^2(2C_r + 1) - U_1^2}}. \quad (6')$$

Построечные углы атаки тралов, применяемые промышленностью

В практике изготовления тралирующих орудий лова диапазон колебания построечных углов атаки довольно значителен.

Данные анализа 40 тралов, используемых промышленностью, приведены в табл.3.

Выбранные для анализа тралы по характеру сочетаний и изменений построечных углов атаки можно разбить на четыре основные группы.

К первой, наибольшей группе относятся тралы, углы атаки которых постепенно уменьшаются (с различным перепадом по числу градусов) от крыльев до кутка трала. Причем из 19 тралов этой группы 12 имеют нулевой угол атаки в крыльях, наибольший — в сквере или в первой части мотни и нулевой — в кромках кутка. Среднеарифметическое построечных углов атаки сквера равно $15^{\circ}20'$, а в последней части мотни — $6^{\circ}30'$ при среднем коэффициенте уклона

$$J_{\text{ср}} = \frac{U_2}{U_1} = 2,053.$$

Раскрой, посадка и построечные углы атаки тралов различных типов, применяемых промышленностью

Исследуемый трал	Циклы кройки $C_r = \frac{m-n}{2n}$	Углы резания $d = \arctg \frac{m}{n}$	Коэффициенты		Углы уклона $\alpha' = \arctg \left(\frac{m}{n} \cdot J \right)$	Построечные углы атаки $\beta = 90^\circ - \alpha'$
			посадки $\frac{U_2}{U_1}$	уклона $J = \frac{U_2}{U_1}$		
П е р в а я г р у п п а						
Разноглубинный 36-метровый для СРТР-540	$\frac{m}{0}, \frac{I}{4}, \frac{I}{I}, \frac{3}{I}, \frac{4}{I}, \frac{m}{0}$	90°; 56°19'; 71°; 34; 80°52; 83°40; 90°	0,89/0,45	I,933	90°; 70°53; 80°30; 85°46; 86°42; 90°	0°; 19°07; 9°30; 4°14; 3°18; 0°
47 Сардинный 31-мет- ровый для БМРТ	$\frac{I}{2}, \frac{0}{n}, \frac{I}{2}, \frac{I}{I}, \frac{m}{0}$	63°30; 45°; 63°30, 71°34, 90°	0,8/0,60	I,33I	69°26; 45°; 69°26; 75°58; 90°	20°34; 45°; 20°34; 14°02; 0°
Придонный 19-мет- ровый для РБ-80	$\frac{m}{0}, \frac{I}{8}, \frac{I}{4}, \frac{I}{3}, \frac{I}{2}, \frac{I}{I}, \frac{5}{I}, \frac{m}{0}$	90°; 51°20; 56°19; 59°02; 63°30; 71°34; 84°48; 90°	0,87/0,49	I,775	90°; 65°44; 69°26; 71°20; 74°19; 79°24; 87°04; 90°	0°; 24°16; 20°20; 18°40; 15°41; 10°36; 2°56; 0°
Польский 22-мет- ровый	$\frac{27}{I}, \frac{I}{4}, \frac{I}{2}, \frac{5}{4}, \frac{m}{0}$	88°57; 56°19; 63°30; 74°03; 90°	0,88/0,47	I,870	89°27; 70°27; 75°06; 81°20; 90°	0°33; 19°33; 14°54; 8°40; 0°
Симметричный 43,6-метровый для двух логгеров	$\frac{m}{0}, \frac{I}{2}, \frac{I}{4}, \frac{I}{2}, \frac{I}{5}, \frac{m}{0}$	90°; 63°30; 85°16; 90°; 56°19; 90°	0,94/0,35	2,760	90°; 75°40; 76°25; 79°40; 88°07; 90°	0°; 10°20; 13°35; 10°20; 13°35; 10°20; 1°53; 0°
В т о р а я г р у п п а						
Разноглубинный 91-метровый для БМРТ	$\frac{m}{0}, \frac{I}{4}, \frac{3}{2}, \frac{m}{0}, \frac{I}{4}, \frac{I}{I}, \frac{I}{2}, \frac{I}{I}, \frac{m}{0}$	90°; 56°19; 75°58; 90°; 56°19; 71°34; 63°30; 71°34; 90°	0,87/0,50	I,775	90°; 69°26; 81°59; 90°; 69°26; 79°24; 74°19; 79°24; 90°	0°; 20°34; 8°01; 0°; 20°34; 10°36; 15°41; 10°36; 0°

Исследуемый трал	Циклы кройки $C_r = \frac{m-n}{2n}$	Углы резания $\alpha = \arctg \frac{m}{n}$	Коэффициенты посадки уклона $\frac{U_2}{U_1} \quad J = \frac{U_2}{U_1}$	Углы уклона $\alpha' = \arctg \left(\frac{m}{n} \cdot J \right)$	Построечные углы атаки $\beta = 90^\circ - \alpha'$
В т о р а я г р у п п а					
Придонный 24,2-метровый для СРПР-540	$\frac{m}{0}, \frac{I}{2}, \frac{I}{4}, \frac{3I}{4}, 2\frac{I}{5}$ $\frac{I}{2}, \frac{I}{3}, \frac{m}{0}, \frac{4}{I}, \frac{5}{I}$	63°30'; 56°19'; 55°24'; 63°30'; 59°02'; 90°; 84°17'	0,87/0,50 1,775	74°19'; 69°26'; 68°41'; 74°19'; 71°20'; 90°; 86°47'	15°41'; 20°34'; 21°19'; 15°41'; 18°40'; 0°; 3°13'
Польский 24-метровый	$\frac{I}{3}, \frac{I}{2}, \frac{I}{4}, \frac{I}{2}, \frac{I}{I}, \frac{I}{2}, 0$ $\frac{m}{0}$	61°; 56°; 19'; 63°30'; 71°34'; 63°30'; 90°	0,88/0,47 1,870	73°29'; 70°27'; 75°06'; 80°52'; 75°; 90°	16°31'; 19°33'; 14°54'; 9°58'; 14°54'; 0°
Т р е т ь я г р у п п а					
Придонный 21-метровый для РБ-80	$\frac{m}{0}, \frac{I}{2}, \frac{m}{0}$	90°; 63°30'; 90°	0,92/0,40 2,36	90°; 78°; 90°	0°; 12°; 0°
Польский 31/27-метровый	$\frac{I+I}{I}, \frac{m}{2}, \frac{m}{0}$	71°34'; 63°30'; 90°	0,32/0,40 2,36	82°54'; 78°05'; 90°	8°06'; 11°55'; 0°
Немецкий для куттера 140 л.с.	$\frac{m}{0}, \frac{I}{2}, \frac{m}{0}$	90°; 63°30'; 90°	0,91/0,42 2,161	90°; 77°; 90°	0°; 13°; 0°
Ч е т в е р т а я г р у п п а					
Английский донный 24-метровый грэптона	$\frac{m}{0}, \frac{I}{2}, \frac{I}{4}, \frac{m}{0}$	90°; 63°30'; 56°19'; 90°	0,83/0,56 1,48	90°; 71°20'; 65°44'; 90°	0°; 18°40'; 24°16'; 0°
Донный сельдяной 80-футовый для РТ	$\frac{I}{2}, \frac{I}{3}, \frac{I}{4}, \frac{I}{5}, \frac{m}{0}$	63°30'; 59°02'; 56°19'; 54°30'; 90°	0,91/0,41 2,161	77°; 74°13'; 72°51'; 71°48'; 0°	0°; 13°; 15°47'; 17°09'; 18°12'; 0°

Во вторую группу входят 12 тралов, у которых при общей тенденции уменьшения построечных углов атаки к кутку имеются так называемые скачки, дающие не соответствующие общей тенденции увеличения углов атаки в отдельных частях мотни.

К третьей группе относятся 7 тралов, имеющих нулевой или близкий к нему построечный угол атаки крыльев, угол атаки $\beta = 12^{\circ} + 15^{\circ}$ (при цикле раскроя $C_r = \frac{1}{2}$ и коэффициенте уклона $J = 3,0 + 2,0$) на протяжении всей длины трала по скверу и мотне и нулевой угол в кутке трала.

К четвертой, самой малочисленной группе относятся тралы, у которых построечный угол атаки по всей длине от крыльев до кутка увеличивается.

Результаты анализа дают возможность заключить, что в практике изготовления тралов имеются два основных направления: 1) постепенное уменьшение построечных углов атаки от максимального в сквере ($\beta = 15^{\circ}$) до минимального при входе в куток ($\beta = 6^{\circ}$); 2) сохранение постоянного построечного угла атаки и соответствующих ему цикла раскроя и коэффициента уклона вдоль всей длины трала от крыльев до прямой части кутка ($\beta = 12^{\circ} + 15^{\circ}$).

Чтобы определить, какое из этих двух направлений в технологии изготовления сетных частей трала более рационально, необходимо сопоставить данные анализа с имеющимися теоретическими и экспериментальными данными. Если допустить, что у тралирующих орудий топенайтная кромка представляет собой прямую, а не ломаную линию, во избежание образования сетных мешков в местах излома необходимо сохранять постоянный построечный угол атаки β по всей длине продольной кромки, что возможно лишь при стабильных цикле раскроя и коэффициентах посадки.

Рациональный способ формирования сетной поверхности

Образующаяся в процессе лова пространственная (рабочая) форма сетного орудия зависит от многих взаимосвязанных факторов: гидродинамического давления, скорости буксировки (или течения), оснастки, грунта, вылова рыбы и т.п., сводящихся к соотношению гидродинамических и статических сил, действующих на орудия лова.

При ввободной фильтрации воды под действием в основном гидродинамического давления сетное полотно орудия лова стремится принять форму с минимальной поверхностью, т.е. ферму

тела вращения, а его кромки приобретают криволинейные контуры.

Исходная форма сетного полотна, например, траловых орудий близка к прямому круговому конусу, который затем под влиянием оснастки и распорных досок трансформируется в эллиптический. Это подтверждается подводными наблюдениями, испытаниями орудий лова и их моделей в бассейнах, гидроканалах, в аэродинамических трубах и т.д., а также аналитическими исследованиями (Попов, 1955, Сучков, 1971).

Исходная форма сетного полотна орудия лова в процессе его изготовления зависит от способа раскрытия и посадки. Чаще всего применяют два способа:

1) постоянный цикл кройки и коэффициент посадки

$$C_p = const; U_1, U_2 = const;$$

2) постоянный цикл кройки и переменный коэффициент посадки

$$C_p = const; U_1, U_2 \neq const.$$

Первым способом изготавливают тралы, ставные и закидные невода, ловушки, дрейфтерные сети и т.п. Постоянным циклом выкраивают прямоугольные, трапециевидные, треугольные сетные фигуры, которые с постоянным коэффициентом сажают на подборы и пожилыны.

Вторым способом изготавливают конусные мешки или кутки неводов, тралирующих орудий лова, ловушек и т.п. При этом обычно выкраивают (из одного или нескольких полос дели) прямоугольное сетное полотно нужных размеров, одну сторону полотна сажают на подбору или присоединяют к другой части орудия с заданным коэффициентом посадки U_1 , а противоположную — с другими коэффициентами U_1' ($U_1' \neq U_1$) или собирают в жгут (рис. 4).

Однако оба эти способа имеют существенные недостатки. Они не обеспечивают, во-первых, требуемой сетной поверхности орудия с заданными размерами и формой ячей (второй способ часто дает сетную поверхность с так называемой слепой ячейкой, вследствие чего снижается уловистость орудия лова, увеличивается расход сетематериалов и повышается сопротивление движению в воде), а во-вторых, — соответствия фактической формы изготовленного орудия лова его проектной форме (особенно в тех случаях, когда поверхность орудия лова близка к сетной поверхности вращения, как это имеет место у тралирующих орудий). А от фор-

мы орудия лова, его параметров в той или иной степени зависят все технико-эксплуатационные показатели.

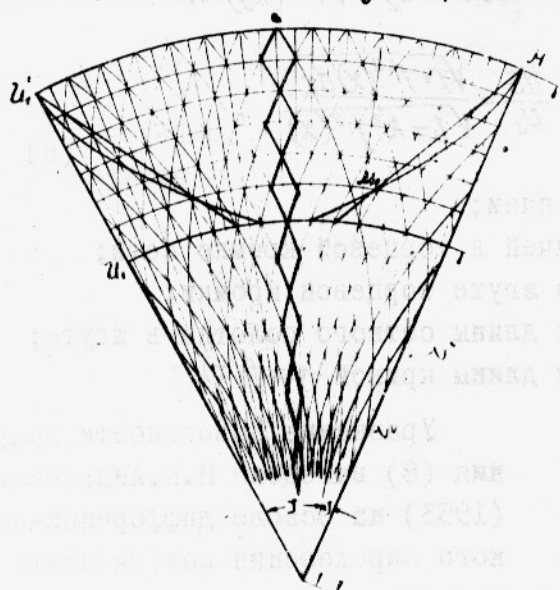


Рис.4. Сетное полотно орудия лова с дифференциально изменяющимся коэффициентом посадки
ми коэффициентов посадки по всему тралу и числа ячеек в поперечных рядах (рис.5).

Как свидетельствуют результаты аналитических исследований и их экспериментальная проверка, единственным рациональным путем формирования поверхности тралирующих орудий лова является дифференциальное увеличение размера ячеек сетного полотна от кутка до крыльев пропорционально длине образующей (топенанту) и уменьшение размера ячеек крыльев от гужа до сборочной в соответствии с их длиной при сохранении постоянных

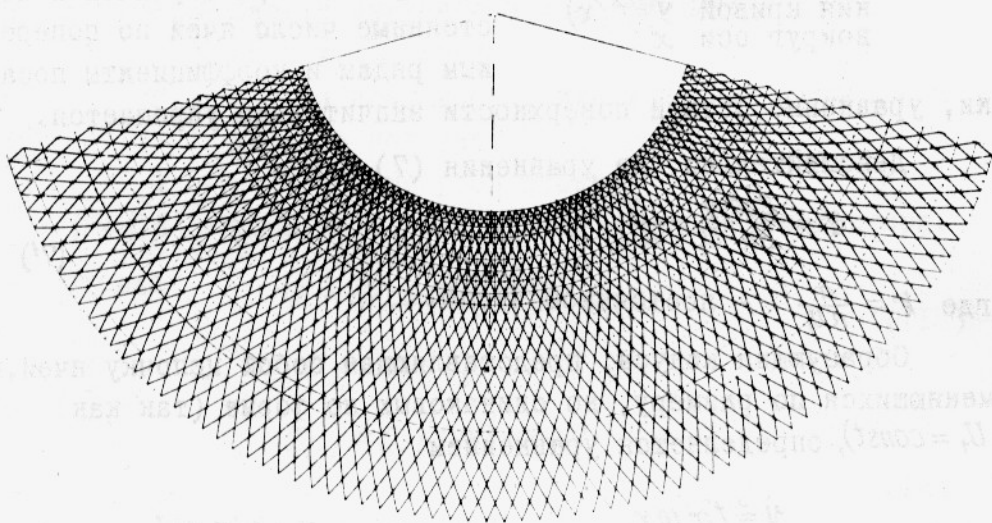


Рис.5. Развертка мотни цельновязанного трала

Допустим, четная поверхность образована вращением кривой $y=f(x)$ вокруг оси X (рис.6). Тогда сечение, нормальное к оси X , в какой-либо произвольно взятой точке будет иметь периметр, равный $2\pi y = 2\pi n U_1$.

$$(7)$$

Откуда

$$U_1 = \frac{2\pi y}{2an} = \frac{2\pi y}{L_0} = k \cdot y; \quad U_2 = \sqrt{1 - (ky)^2};$$

$$U_2 = \frac{dS}{dL}; \quad dL = \frac{dS}{U_2} = \frac{\sqrt{1+f'^2(x)}dx}{\sqrt{1-k^2f^2(x)}}, \quad (8)$$

где

a - размер ячеей;
 n - число ячеей в торцевой кромке сети;
 $k = \frac{2\pi}{L_0}$, L_0 - длина в жгуте торцевой кромки;
 dL - элемент длины сетного полотна в жгуте;
 dS - элемент длины кривой $y=f(x)$.

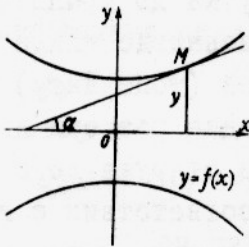


Рис.6. Образование сетевой поверхности вращения кривой $y=f(x)$ вокруг оси x

Уравнение поверхности вращения (8) выведено Н.Н.Андреевым (1953) на основе дифференциального определения коэффициента посадки.

Если за исходную форму тралирующих орудий принять прямой конус, у которого сетное полотно имеет дифференциально изменяющийся размер ячеей и постоянное число ячеей по поперечным рядам и коэффициенты посадки

ки, уравнение сетной поверхности значительно упрощается.

Действительно, из уравнения (7) имеем

$$a = \frac{2\pi \cdot y}{2n \cdot U_1} = \frac{\pi}{n \cdot U_1} \cdot y = k' y \quad (7')$$

где $k' = \frac{\pi}{n U_1}$ - постоянное число.

Образующая конуса, представляющая собой цепочку ячеей, изменяющихся по размеру, но одинаковых по форме (так как $U_1 = const$), определяется уравнением

$$y = tg \varphi x, \quad \text{или} \quad y = \sin \varphi \cdot L,$$

где φ - половина угла конусности, или так называемый исходный угол атаки сетного полотна траля;

L - длина образующей конуса (сумма продольных диагоналей цепочки ячеей).

Подставив значение $y = \sin \varphi \cdot L$ в уравнение (7'), получим

$$\alpha = \frac{\pi \cdot \sin \varphi}{n U_1} \cdot L \quad (9)$$

или $a_i = k'' L_i$ где $k'' = \frac{\pi \cdot \sin \varphi}{n U_1} = \text{const.}$

Измененный размер ячеей в каждом последующем ряду будет определяться как

$$\Delta a_i = k'' \Delta L_i,$$

где $\Delta L_i = 2 a_i \cdot U_2$
или $\Delta a_i = k'' \cdot 2 a_i \cdot U_2 = \eta a_i$ (10)

где $\eta = 2 k'' \cdot U_2 = \frac{2 \pi \cdot \sin \varphi}{n} \cdot \frac{U_2}{U_1} = \frac{2 \pi \sin \varphi}{n} \cdot J.$

Поскольку боковая поверхность тралирующего орудия, имеющего исходную форму прямого кругового конуса, разворачивается на плоскость в виде кругового сектора с углом, определяемым по формуле

$$\beta' = \frac{R}{L} \cdot 360^\circ$$

его построечный угол атаки

$$\beta = \frac{\beta'}{2} = \frac{R}{L} \cdot 180^\circ = \sin \varphi \cdot 180^\circ$$

или $\beta_{rad.} = \pi \cdot \sin \varphi,$ (II)

где R - радиус окружности основания конуса;

L - образующая конуса;

φ - $\frac{1}{2}$ угла конусности, или исходный угол атаки сетного полотна;

β - построечный угол атаки;

$\beta' = 2\beta$ - угол развертки конуса - кругового сектора.

Отсюда

$$\varphi = \arcsin \left(\frac{\beta_{rad.}}{\pi} \right). \quad (II)$$

Так как

$$\Delta a_i = a_i - a_{i-1} = \eta \cdot a_i,$$

$$a_{i-1} = a_i (1 - \eta) = \eta' \cdot a_i$$

(12)

где $\eta' = 1 - 2 \beta_{rad.} \cdot \frac{J}{\pi} = 1 - \frac{2 \pi \cdot \sin \varphi}{\pi} \cdot J = \text{const.};$

a_i - размер ячеей данного ряда конусной сетной поверхности;

a_{i-1} - размер ячеей следующего ряда.

Изготовленные этим способом разноглубинные цельновязан-

ные тралы для РТМС во время промысловых испытаний в Центральной и Юго-Восточной Атлантике в 1974/75 г. показали хорошие технико-эксплуатационные качества.

Выводы

1. Каждому циклу раскроя соответствует определенный угол резания (вязания) и, наоборот, каждому углу резания - свой цикл раскроя, т.е.

$$C_r = \frac{1}{2} (tg\alpha - 1), \quad \alpha^\circ = \arctg(2C_r + 1).$$

2. Построечный угол атаки сетного полотна орудия лова является функцией цикла кройки и коэффициентов посадки и находится из уравнения

$$\beta^\circ = \arctg[(2C_r + 1) \cdot J], \quad \text{где } J = \frac{U_2}{U_1}.$$

3. Коэффициент посадки по любой наклонной кромке сетного полотна орудия лова рассчитывается по формуле

$$U_3 = \sqrt{U_2^2 + \left(\frac{U_1}{2C_r + 1}\right)^2}.$$

4. В практике изготовления тралирующих орудий лова более часто применяются построечные углы атаки $\beta = 12^\circ + 15^\circ$. Во избежание образования сетных мешков необходимо сохранить постоянным угол атаки β на всем протяжении продольной (сшивной) кромки трала, т.е. сохранить постоянными цикл раскроя и коэффициенты посадки в соответствии с формулой

$$\beta^\circ = \arctg \frac{U_1}{\sqrt{U_3^2(2C_r + 1) - U_1^2}}.$$

5. Если допустить, что исходная форма тралирующих орудий представляет собой прямой круговой конус, у которого сетное полотно имеет дифференциально изменяющийся размер ячей, постоянное их число по поперечным рядам и постоянный коэффициент посадки, то поверхность сетного полотна $a = \frac{\pi \sin \varphi}{\pi U_1} \cdot L$ построечный угол атаки $\beta = \frac{R}{L} \cdot 180^\circ$, исходный угол атаки

$$\varphi^\circ = \arcsin\left(\frac{\beta \text{ рад}}{\pi}\right)$$

6. Полное соответствие фактической формы сетного полотна его проектной форме обеспечивается дифференциальным изменением размера ячеек как в мотеной, так и в крыловой части. Размер ячеек в каждом поперечном ряду сетной поверхности трала рассчитывается по формуле

$$a_i = \frac{\pi \cdot \sin \varphi}{n \cdot U_i} \cdot L, \quad \text{или} \quad a_{i-1} = \eta' \cdot a_i,$$

где $\eta' = 1 - \frac{2\beta_{\text{рад}} \cdot J}{n}$.

Этот способ изготовления тралирующих орудий лова наиболее рационален.

Л и т е р а т у р а

- А л е к с е е в Н.И. О кройке сети на поверхности вращения. - "Бюллетень ПИПРО", 1961, №4/18, с.12-14.
- А л е к с е е в Н.И. Формула для определения циклов резки сетного полотна при кройке на криволинейные контуры. - "Рыбное хозяйство", 1964, № 8, с.44-46.
- А н д р е е в Н.Н. Дифференциальное определение посадочного коэффициента. - "Труды Мосрыбвтуза", 1953, вып.5, с.69-77.
- А н д р е е в Н.Н. Расчет фигурной кройки подъемных дорог ставных неводов. - "Труды ВНИРО", 1959, т.ХХХУП, с.148-160.
- А н д р е е в Н.Н. Уравнение поверхности сетного полотна, прикрепленного к двум обручам. - "Труды Калининградского рыбвтуза", 1960, вып.ХI, с.15-28.
- А н д р е е в Н.Н. Выбор величины посадочного коэффициента. - "Труды Калининградского рыбвтуза", 1962, вып.ХIУ, с.25-90.
- А н д р е е в Н.Н. Три задачи из теории посадки сетного полотна. - "Труды ВНИРО", 1962, т.ХL УП, с.137-143.
- Б а р а н о в Ф.И. Техника промышленного рыболовства. М., Пищепромиздат, 1960, 695 с.
- В о й н и к а н и с-М и р с к и й В.Н. Техника промышленного рыболовства. М., Гизлегпищепром, 1953, 386 с.
- В о й н и к а н и с-М и р с к и й В.Н. Учет посадки при определении сопротивления сетей движению в воде. - "Рыбное хозяйство", 1952, № 9, с.55-56.
- З о н о в А.И. К расчету формы рыболовных сетей. - "Научно-технический бюллетень ВНИОРХ", 1957, с.70-76.
- П о п о в Б.А. О подъемной силе сети, помещенной в поток. - "Труды ВНИРО", 1955, с.146-154.

- С т а р о в о й т о в П.А. Посадка сетей в тралах. - "Материалы сессии Ученого совета ПИНРО по результатам исследований в 1962-1964 гг." М., Пищепромиздат, 1964, с.209-217.
- С у ч к о в А.И. Аналитическое исследование взаимосвязи оптимальной (естественной) формы и гидромеханических свойств тралообразных сетей и их влияние на эксплуатационные качества орудий лова. М., изд. ВНИРО, 1971, 31 с.
- Т р е щ е в А.И. Теоретические основы лова рыбы разноглубинным тралом. - "Труды ВНИРО", 1957, т. XXXУШ, с.24-36.
- Ф р и д м а н А.Л. Об особенностях сопротивления рыболовных сетей. - "Рыбное хозяйство", 1967, №6, с.38-40.
- T a u t i, M.; M i u r a, T.; S u g u, K. Resistance of plane net in water. J. Imper. Fish. Inst. Vol. XXI, No. 2, 1925.
- S c h l i e k e r, E. Gesichtspunkte zur Frage der Anwendung randparalleler Maschen. Dt. Fischerei-Zeitung, Bd. X, Mai No. 5, 1963, Berlin, 62-68.
- S c h m i d t, K. Die Anwendung von Randparallelen im modernen Reusenbau. Dt. Fischerei-Zeitung, Bd. 8, 1961, Berlin 73-79.
- К о н д о, I., M. S u z u k i. The distribution of stress on a fishing net-II on the impact load. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. Vol. 26, No. 6, 12-17, 1960.
- К о н д о, I. The distribution of stress on a fishing net-III. A study on the fishing net, a certain bar broken. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. vol. 27, No. 1, 17-21, 1961.

Some technological problems of making
trawls

V.N.Sovetov

S u m m a r y

One of the possibilities of increasing engineering and economic characteristics and decreasing the primary cost of fishing gear is perfection and optimization of manufacturing technology. The interrelation of hanging ratios and cycles of cutting sheets of netting and their influence on the so-called designed and working angles of attack of netting parts of the gear and rational ways of formation of the net surface are investigated.

Some formulae are suggested to estimate hanging ratios on any inclined selvages of netting and angles of cutting with respect to cutting cycles. The relationship of the designed angle of attack and these values is ascertained. In practice, it is found that the designed angles of attack of $12-15^{\circ}$ are frequently used at making fishing gear.

If it is assumed that the initial form of the trawl is a right taper with a constant hanging ratio the most efficient way is to plan the whole sheet of netting with differentially - varying mesh sizes and constant number of meshes in transversal rows. The operational and engineering properties of mid-water trawls made of a sheet of netting have proved to be good under fishing conditions.