

А. В. Дверник

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГАБАРИТОВ КАНАТНЫХ РАЗНОГЛУБИННЫХ ТРАЛОВ НА ИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ КАЧЕСТВА С УЧЕТОМ НЕКОТОРЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОНИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК

Рассматриваются различные конструкции оболочек разноглубинных тралов, отмечаются их особенности. Поставленную задачу предлагается решать, опираясь на объективно существующие геометрические взаимоотношения между объёмными и поверхностными характеристиками конических оболочек. В качестве критерия качества конической оболочки предлагается принять так называемый геометрический показатель качества, представляющий собой отношение объема оболочки к площади ее боковой поверхности, и по аналогии распространить его на оболочку трала. Рассматривается связь между габаритами трала и геометрическим показателем качества. Сопоставление полученных данных с реальными характеристиками тралов показало сходимость результатов. Согласно данным теоретического анализа и расчета параметров, оболочки тралов с большими габаритами будут всегда иметь преимущества по геометрическим характеристикам качества по сравнению с оболочками тралов средних и, особенно, малых размеров. Результаты исследования можно использовать для приближенных расчетов параметров трала и обоснования путей повышения эксплуатационных качеств существующих разноглубинных тралов.

Ключевые слова: разноглубинный трал, геометрический показатель качества, эксплуатационные качества, длина трала, оболочка трала, коническая оболочка.

Введение

История развития разноглубинного тралового лова показательна тем, что первые конструкции этих орудий, представляющие собой переделанные варианты донных тралов, оказались неработоспособными из-за малой площади устья, не превышающей 100 м², и недостаточной скорости траления [1].

В дальнейшем параметры раскрытия устья и длины трала, все увеличиваясь, достигли очень больших значений. Возросла скорость траления. Это стало возможным благодаря применению в передних частях тралов канатных и крупноячейных сетных элементов, позволивших существенно уменьшить площадь сопротивления оболочки орудий лова.

Тем не менее тенденция к увеличению габаритов, теперь уже канатных вариантов разноглубинных тралов, наблюдалась и в течение последнего десятилетия 20-го в., хотя она поддерживалась не всеми специалистами [2].

Таким образом, если существующая тенденция не является следствием объективной реальности (постепенное сокращение мировых запасов промысловых рыб [3, 4] и соответствующее уменьшение плотности и размеров скоплений), то, очевидно, решение проблемы должно лежать в плоскости поиска оптимальных соотношений между габаритами и режимом движения трала по выбранным критериям эффективности.

Проблема усложняется ещё и тем, что в настоящее время, наряду с тралами-гигантами, в достаточно широком размерном диапазоне используются канатно-сетные тралы относительно малых и средних габаритов.

Для того чтобы объективно оценить эффективность и сравнить качество применяемых орудий, естественным было бы взять за основу известные экономические критерии – прибыль и рентабельность. Однако эти показатели часто затушевывают истинную картину тех изменений, которые могут произойти при усовершенствовании техники с отдельными свойствами орудий лова.

Кроме того, качество канатного трала, как всякое сложное явление, невозможно оценить только одним показателем, поэтому при оценке эксплуатационных свойств обычно применяют целую группу критериев [5, 6]. В частности, к ним можно отнести функциональные, технологические, а также критерии расхода материалов и габаритных размеров. Однако все указанные

выше критерии имеют один общий недостаток – для их расчетов необходимо знать объем улова, приходящийся на единицу времени промысловой работы, а его можно получить только после соответствующих промысловых испытаний рыболовной системы в целом.

Влияние габаритов канатных разноглубинных тралов на их эксплуатационные качества

При анализе сложившейся ситуации представляется целесообразным обратить внимание на следующие обстоятельства. Габариты трала влияют на площадь его канатно-сетной оболочки и облавливаемый ею объем водного пространства. Процесс лова физически невозможен без движения трала, которое вызывает реакцию окружающей среды, выражающуюся в следующем.

С одной стороны, благодаря особым, прежде всего объемным, характеристикам трала, происходит целесообразный захват рыбных скоплений.

С другой стороны, это действие сопровождается вынужденным появлением гидродинамического сопротивления трала, в котором почти 80 % которого приходится на его оболочку. Сопротивление трала преодолевают за счет подобранных тягово-скоростных параметров траулера – самого дорогого элемента рыболовной системы.

Учитывая все сказанное, можно предполагать, что эксплуатационные качества оболочки трала будут тем выше, чем больше объем и меньше площадь поверхности канатно-сетных элементов. Именно такого результата удалось достичь советским ученым путем замены в разноглубинных тралах сетной оболочки с большой относительной площадью на ее канатную модификацию.

Вместе с тем следует отметить, что современные тралы имеют примерно одинаковый набор канатно-сетных элементов. В 1981 г. профессор, д-р техн. наук В. Н. Мельников [5], описывая характерные черты устройства сетных разноглубинных тралов, показал, что они, будучи при разных габаритах подобными, могут быть представлены в виде параметрического ряда унифицированных конических поверхностей (рис. 1). Указанный вывод был впоследствии подтвержден в работе [7] на образцах современных канатных тралов.

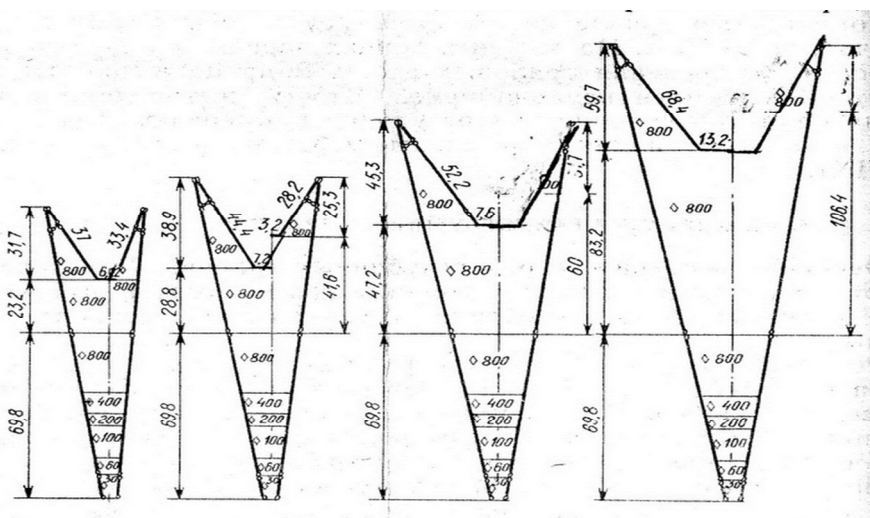


Рис. 1. Параметрический ряд унифицированных конических поверхностей

Отмеченные особенности конструкций оболочек разноглубинных тралов и все вышесказанное послужили основанием для того, чтобы попытаться рассмотреть поставленную задачу, опираясь на объективно существующие геометрические взаимоотношения между объемными и поверхностными характеристиками конических оболочек.

Известно, что геометрия, как часть математики, зародилась во II тысячелетии в Египте и в дальнейшем развивалась из исследований по измерению параметров Земли, а также площадей и объемов при строительных работах. Окончательно она оформилась в математическую науку в Древней Греции в IV–III вв. до н. э. [8].

С тех пор, за прошедшие тысячелетия, человечеством было решено множество интересных и важных практических задач, прежде всего связанных с поиском оптимальных соотноше-

ний между площадями и объемами оболочек различной пространственной формы. Значительная их часть была посвящена поиску наибольших и наименьших значений величин, находящихся в функциональной зависимости от другой величины конструкции [9].

Сказанное поясним на конкретных примерах постановки задачи:

Найти размеры закрытой цилиндрической цистерны с заданным объемом V и с наименьшей полной поверхностью S [9].

Открытый прямоугольный контейнер должен иметь объем V , м³. Определить длину, ширину и высоту стенок контейнера, при которых для его изготовления потребуется наименьшее количество материала по суммарной площади днища и стенок S , м² [10].

С точки зрения математического анализа в обоих вариантах присутствует одна и та же целевая функция – при заданном требуемом полезном объеме минимизировать площадь поверхности изделий. Это снижает расход материала на их изготовление и их эксплуатацию при последующем использовании указанных емкостей для практических нужд. Вместе с тем, как показывает предварительный анализ, внутренние геометрические свойства пространственных сплошных цилиндрических и конических оболочек естественным образом проявляются в том, что площади их поверхностей и объемы в разной степени зависят от габаритов. Исследуем этот вопрос, выбрав в качестве объекта изучения на первом этапе полный круговой конус.

Площадь боковой поверхности определяется по формуле

$$S = \pi r l, \quad (1)$$

где r – радиус основания; l – длина боковой образующей, а объем

$$V = \frac{1}{3} \pi r^2 h, \quad (2)$$

где h – высота конуса.

Сопоставляя две эти обобщенные характеристики конуса с соответствующими параметрами оболочки разноглубинного трала – площадью F канатов и сетного полотна и облавливаемым тралом объемом

$$V_{\text{обл}} = S_y v t, \quad (3)$$

где S_y – площадь устья разноглубинного трала (в первом приближении можно представить как площадь круга); v – скорость траления; t – время траления, можно найти определенные аналогии в том смысле, что если параметры F и S так или иначе связаны с затратной стороной рабочего процесса, то величины V и $V_{\text{обл}}$ характеризуют его доходную сторону, зависящую в случае процесса лова от количества пойманной рыбы.

Улов за траление обычно рассчитывается [1] по формуле

$$Q = \varphi \rho S_y v t = \varphi \rho V_{\text{обл}}, \quad (4)$$

где φ – коэффициент уловистости; ρ – плотность облавливаемого скопления.

Здесь представляется уместным обратить внимание на то, что в формуле (4) $V_{\text{обл}}$ по физическому смыслу представляет собой объем цилиндра с основанием (устьем трала) и длиной, равной расстоянию, проходимому орудием за траление.

Указанную характеристику в своих исследованиях используют многие специалисты. При этом процесс лова – траление – представляется ими как отцеживание рыбы устьевой частью трала, а сопротивление сетной части трала даже предлагается [1] определять из выражения, также содержащего величину S_y :

$$R = k S_y V^2,$$

где k – гидродинамический коэффициент сопротивления, имеющий размерность плотности.

Однако такой подход, облегчая расчеты, неточно отражает сущность лова, из которой явно выпадает роль параметров оболочки трала, имеющей (как было отмечено ранее) форму, близкую к конической.

На рис. 2 показана картина, иллюстрирующая сказанное. Так, в варианте I скопление P вообще физически не может попасть в трал, поскольку его пространственная оболочка вирту-

ально превращается в устьевой части в плоскую сеть, перпендикулярную направлению движения. Частично охват возможен в вариантах II, III и IV, а полный – только в варианте V. Это объясняется тем, что в процессе лова на первой стадии происходит не отцеживание скопления, а его охват оболочкой соответствующих габаритов.

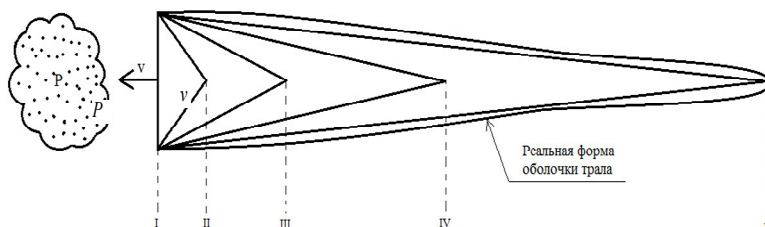


Рис. 2. Форма оболочки трала

На это обстоятельство мы обращали внимание в работе [11]. В частности, в ней приводится мнение профессора, д-ра техн. наук В. Н. Лукашова, который еще в 1972 г. отмечал, что эти орудия правильнее было бы называть охватывающими, т. к. именно от скорости охвата скопления передней (канатной) частью оболочки трала зависит успех всего лова, заканчивающегося на последнем этапе отцеживанием рыбы в последних его частях.

Таким образом, в формулах (3) и (4), с учетом рабочих функций всех частей оболочки трала, объем, обловленный за траление, целесообразно рассчитывать по формуле

$$V_{\text{обл}} = \frac{V l_{\text{тр}}}{h_{\text{тр}}} = \frac{V v t}{h_{\text{тр}}},$$

где V – объем конической оболочки трала; $l_{\text{тр}}$ – путь, пройденный тралом за время t со скоростью v ; $h_{\text{тр}}$ – длина трала; t – время траления.

После подстановки V из (2) получим, что объем, облавливаемый за траление,

$$V_{\text{обл}} = \frac{\pi r^2 h_{\text{тр}} l_{\text{тр}}}{3 h_{\text{тр}}} = \frac{\pi r^2 l_{\text{тр}}}{3} = \frac{S_y v t}{3}.$$

Если рассматривать процесс облова локального скопления, оказавшегося в непосредственной близости от устья трала, то без большой погрешности, из-за малого времени лова,

$$V_{\text{обл}} = \pi r^2 h / 3.$$

Согласно результатам анализа, если рассмотренные ранее характеристики S и V полного кругового конуса позволяют сделать отдельную оценку влияния габаритов r , h и l на площадь поверхности и объем, то комплексная оценка степени и характера влияния возможна только при использовании некоторого обобщенного критерия, представляющего собой соотношение

$$E = \frac{V}{S}.$$

Величину ε назовем геометрическим показателем качества оболочки конуса. По физическому смыслу ε показывает, сколько единиц объема приходится на единицу площади поверхности конуса. Размерность ε – м.

Используя выражения (1) и (2), получим в окончательном виде

$$\varepsilon = \frac{\pi r^2 h}{3 \pi r l} = \frac{r}{3} \cos \alpha,$$

где α – угол конусности боковой поверхности.

Таким образом, показатель качества ε оболочки прямого кругового конуса будет тем выше, чем больше радиус основания и меньше угол конусности.

Известно, что тригонометрическая функция $\cos \alpha$ имеет максимум при $\alpha = 0^\circ$ и минимум при $\alpha = 90^\circ$, однако этих значений угол α может достигнуть только условно, т. к. в первом случае конус должен трансформироваться в цилиндр, а во втором – в плоскую оболочку, расположенную перпендикулярно ее оси. Допустим, сохраняя свойства конуса, зададим $\alpha = 1^\circ$. Получим $\cos \alpha = 0,999$. Но, чтобы иметь такое значение $\cos \alpha$, высота конуса h и, соответственно, длина боковой образующей при условии $r = \text{const}$ должны достигнуть очень больших (в пределе бесконечных), но практически ничем не обоснованных по затратам на изготовление величин.

Кроме того, тригонометрическая функция \cos имеет только ей свойственный характер зависимости от α . Например, в диапазоне от 1° до 20° величины $\cos \alpha$ различаются всего на 6 %, а от 20° до 45° – почти на 35 %. Это обстоятельство накладывает свой отпечаток на особенности соотношений между объемом и площадью поверхности конуса при изменении его высоты и радиуса основания.

Для проверки результатов теоретического анализа, в связи с вышесказанным, необходимы соответствующие численные расчеты. С этой целью рассмотрим 4 исходных варианта полного конуса по радиусу основания $r = 10, 20, 30$ и 50 м, последовательно увеличивая его высоту от 20 до 350 м. Все исходные данные, а также рассчитанные величины V, S и представлены в табл. 1.

Таблица 1

Проверка результатов теоретического анализа

h(k)	Варианты характеристик конусов											
	r = 10 м			r = 20 м			r = 30 м			r = 50 м		
	V, м³	S, м²	E = V/S	V, м³	S, м²	E = V/S	V, м³	S, м²	E = V/S	V, м³	S, м²	E = V/S
20	2 093	702	3,0	8 373	1 776	4,7	18 840	3 396	5,5	52 333	8 455	6,2
30	3 140	993	3,2	12 560	2 264	5,5	28 260	3 997	7,1	78 500	9 155	8,6
40	4 187	1 295	3,2	16 747	2 809	6,0	37 680	4 710	8,0	104 667	10 053	10,4
50	5 233	1 601	3,3	20 933	3 382	6,2	47 100	5 493	8,6	130 833	11 102	11,8
60	6 280	1 910	3,3	25 120	3 972	6,3	56 520	6 319	8,9	157 000	12 262	12,8
70	7 327	2 220	3,3	29 307	4 572	6,4	65 940	7 174	9,2	183 167	13 506	13,6
80	8 373	2 532	3,3	33 493	5 179	6,5	75 360	8 048	9,4	209 333	14 811	14,1
90	9 420	2 843	3,3	37 680	5 790	6,5	84 780	8 937	9,5	235 500	16 164	14,6
100	10 467	3 156	3,3	41 867	6 404	6,5	94 200	9 835	9,6	261 667	17 553	14,9
110	11 513	3 468	3,3	46 053	7 021	6,6	103 620	10 740	9,6	287 833	18 970	15,2
120	12 560	3 781	3,3	50 240	7 640	6,6	113 040	11 652	9,7	314 000	20 410	15,4
130	13 607	4 094	3,3	54 427	8 260	6,6	122 460	12 568	9,7	340 167	21 868	15,6
140	14 653	4 407	3,3	58 613	8 881	6,6	131 880	13 487	9,8	366 333	23 340	15,7
150	15 700	4 720	3,3	62 800	9 503	6,6	141 300	14 410	9,8	392 500	24 824	15,8
160	16 747	5 034	3,3	66 987	10 126	6,6	150 720	15 335	9,8	418 667	26 318	15,9
170	17 793	5 347	3,3	71 173	10 750	6,6	160 140	16 261	9,8	444 833	27 820	16,0
180	18 840	5 661	3,3	75 360	11 374	6,6	169 560	17 190	9,9	471 000	29 330	16,1
190	19 887	5 974	3,3	79 547	11 998	6,6	178 980	18 120	9,9	497 167	30 846	16,1
200	20 933	6 288	3,3	83 733	12 623	6,6	188 400	19 051	9,9	523 333	32 366	16,2
210	21 980	6 601	3,3	87 920	13 248	6,6	197 820	19 983	9,9	549 500	33 892	16,2
220	23 027	6 915	3,3	92 107	13 873	6,6	207 240	20 916	9,9	575 667	35 421	16,3
230	24 073	7 229	3,3	96 293	14 499	6,6	216 660	21 850	9,9	601 833	36 953	16,3
240	25 120	7 543	3,3	100 480	15 124	6,6	226 080	22 784	9,9	628 000	38 489	16,3
250	26 167	7 856	3,3	104 667	15 750	6,6	235 500	23 719	9,9	654 167	40 027	16,3
260	27 213	8 170	3,3	108 853	16 376	6,6	244 920	24 654	9,9	680 333	41 568	16,4
270	28 260	8 484	3,3	113 040	17 002	6,6	254 340	25 591	9,9	706 500	43 111	16,4
280	29 307	8 798	3,3	117 227	17 629	6,6	263 760	26 527	9,9	732 667	44 655	16,4
290	30 353	9 111	3,3	121 413	18 255	6,7	273 180	27 464	9,9	758 833	46 202	16,4
300	31 400	9 425	3,3	125 600	18 882	6,7	282 600	28 401	10,0	785 000	47 750	16,4
310	32 447	9 739	3,3	129 787	19 508	6,7	292 020	29 338	10,0	811 167	49 299	16,5
320	33 493	10 053	3,3	133 973	20 135	6,7	301 440	30 276	10,0	837 333	50 850	16,5

$h(k)$	Варианты характеристик конусов											
	$r = 10 \text{ м}$			$r = 20 \text{ м}$			$r = 30 \text{ м}$			$r = 50 \text{ м}$		
	$V, \text{ м}^3$	$S, \text{ м}^2$	$E = V/S$	$V, \text{ м}^3$	$S, \text{ м}^2$	$E = V/S$	$V, \text{ м}^3$	$S, \text{ м}^2$	$E = V/S$	$V, \text{ м}^3$	$S, \text{ м}^2$	$E = V/S$
330	34 540	10 367	3,3	138 160	20 762	6,7	310 860	31 214	10,0	863 500	52 401	16,5
340	35 587	10 681	3,3	142 347	21 389	6,7	320 280	32 152	10,0	889 667	53 954	16,5
350	36 633	10 994	3,3	146 533	22 016	6,7	329 700	33 091	10,0	915 833	55 508	16,5

Прежде чем приступить к анализу (см. табл. 1), отметим, что в общем случае, при сравнении геометрических свойств, например, двух конусов, можно также рекомендовать использование безразмерного относительного геометрического показателя качества. Он представляет собой отношение

$$\delta = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{\pi r_1^2 h_1 3\pi r_2 l_2}{\pi r_2^2 h_2 3\pi r_1 l_1} = \frac{r_1 h_1 l_2}{r_2 h_2 l_1} = \frac{r_1 \cos \alpha_1}{r_2 \cos \alpha_2}.$$

Результаты расчетов, приведенных в табл. 1, иллюстрируют графики зависимости $\varepsilon = f(h)$ для четырех рассматриваемых значений радиуса основания r и 34 значений высоты конусов (рис. 3).

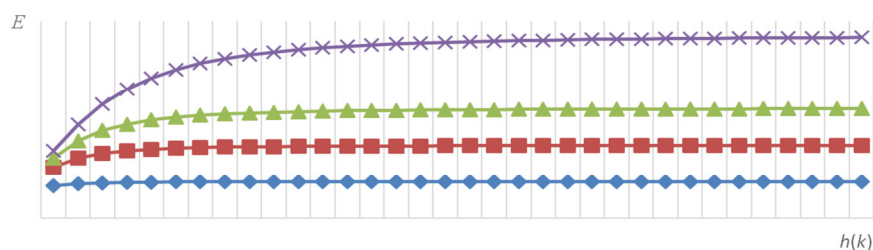


Рис. 3. Зависимость геометрического показателя качества от высоты конуса при разных значениях радиуса основания – от $r = 10 \text{ м}$ до $r = 50 \text{ м}$

На рис. 3:

I. Характер зависимости $\varepsilon = f(h)$ примерно одинаков:

а) но при малых значениях $r = 10 \text{ м}$ величина ε лишь в начальный, ограниченный интервал ($h = 20\text{--}50 \text{ м}$) показывает небольшой рост значений ε , которые потом остаются практически постоянными во всем диапазоне h до 350 м ;

б) для двух следующих вариантов ($r = 20$ и 30 м) в диапазоне $h = 20\text{--}100 \text{ м}$ в варианте I и до 150 м в варианте II происходит непрерывный рост ε до предельных значений. После этого ε сохраняется практически неизменным в пределах погрешности примерно около 3% , несмотря на то, что происходит непрерывное увеличение объема и, что самое нежелательное (с точки зрения затрат) – 2- и 3-кратный рост площади поверхности;

в) кривая $\varepsilon = f(h)$ для $r = 50 \text{ м}$ характеризуется наиболее значительным ростом ε от величины $6,2$ при $h = 20 \text{ м}$ и $\varepsilon = 16,3$ для $h = 200 \text{ м}$. Затем, как и в двух предыдущих вариантах, ε не меняется в рамках погрешности, не превышающей 3% , оставаясь одинаковой до предельной величины $h = 350 \text{ м}$. Однако при достижении этой высоты площадь оболочки, т. е. расход материала, увеличивается в $1,7$ раза.

II. Наименьшее значение геометрический показатель качества ε имеет для конусов с $r = 10 \text{ м}$, наибольшее – для $r = 50 \text{ м}$. Максимально допустимые по затратам значения ε_{max} для всех конусов удобно найти через функцию тангенса по скорости изменения величины $d\varepsilon/dh$. Они составляют соответственно $3,3$; $6,5$; $9,8$ и $16,3$. Очевидно, что абсолютное превосходство по показателю качества имеет вариант IV. Но это совсем не значит, что из дальнейшего рассмотрения должны быть исключены варианты II и III. Это объясняется тем, что размерный ряд параметров раскрытия применяемых тралов и скорости траления, будучи зависимым от тягово-скоростных характеристик траулера, в первую очередь определяется накопленной частотой встречаемости облавливаемых стай и их подвижностью в районе промысла [2].

III. Из-за очень малого радиуса устья (10 м) и низкого показателя качества ($\varepsilon = 3,3$) вариант I оказывается неработоспособным, поэтому в дальнейшем будем изучать 3 остальных варианта. Для них характер зависимостей $\varepsilon = f(h)$ (рис. 3) позволяет сделать важный вывод о возможности оптимизации габаритов оболочки по высоте h . Это объясняется тем, что превышение величины $h_{\text{от}}$, имеющей ранее полученные значения 90, 140, и 200 м при практически одинаковом α , приводит к ранее отмеченному ничем не мотивированному росту площади поверхности и объема. В приложении к траловой оболочке это спровоцирует существенное увеличение затрат на постройку и последующую эксплуатацию орудий лова. Отметим также, что для всех 3-х вариантов оболочки оказываются подобными при угле конусности $\alpha_{\text{ср}} = 11,5^\circ$ и отношении $r/h_{\text{ср}} = \text{tg } \alpha = 0,2$. Полученные данные хорошо согласуются с углом атаки канатной части, рекомендуемым В. К. Коротковым [2] в диапазоне $10\text{--}12^\circ$. Полученные результаты представляют интерес. Однако их практическая значимость может проявиться в полной мере, если установленные закономерности влияния габаритов на геометрический показатель качества возможно приложить к реальным конструкциям разноглубинных тралов, поверхность оболочек которых существенно отличается проницаемостью, сложным набором канатных элементов и очень малой относительной площадью.

Не располагая достаточным объемом информации по всем характеристикам современных канатных тралов, находящихся в эксплуатации, мы, тем не менее, попытались сделать предварительное сравнение на сходимость наших результатов с параметрами 3-х разноглубинных тралов фирмы Fishing Service [7], характеристики которых приведены в табл. 2. Размеры тралов без крыльев по длине (высоте) и без передней части мешка приведены в конструктивной посадке $U_2 = 0,87$. Сравнение проводим на примере 3-х вариантов конусов с диаметром основания $2r = 40, 60$ и 100 м.

Таблица 2

Характеристики разноглубинных тралов фирмы Fishing Service

Трал	Тип судна	Длина боковой образующей оболочки трала без крыльев и мешка	Высота, м		Вертикальное расширение, м	Скорость траления, узл	Объект лова
			$h_{\text{тр}}$	$h_{\text{опт}}$			
68/318	СТР БМРТ	100	96	90	39,0	4,6	Сельдь, скумбрия, ставрида
76/336	ТСМ БМРТ	135	133	140	57,0	4,3	Сельдь, сардинелла, скумбрия, ставрида
120/980	РТМС БАТМ	205	200	200	100,0	5,5	Сельдь, скумбрия, пугассу, ставрида

Сравнение данных табл. 2 по фактической высоте оболочки трала $h_{\text{тр}}$ и оптимальному значению $h_{\text{опт}}$ для вариантов II, III и IV полного кругового конуса свидетельствует об их хорошей сходимости. Этот результат позволяет сделать два вывода:

– во-первых, если расчетные значения $h_{\text{опт}}$ адекватны реальным, то можно говорить о принципиальной возможности использования для приближенных расчетов предложенного подхода, основанного на предположении об аналогии геометрических свойств оболочки разноглубинных тралов и сплошной оболочки полного кругового конуса;

– во-вторых, совпадение характеристик натуральных тралов с оптимальными параметрами конусов означает, что в результате длительного периода совершенствования орудий лова в процессе эксплуатации, с одной стороны, и плодотворной конструкторской работы специалистов, с другой, удалось создать достаточно совершенные по геометрическим свойствам оболочки разноглубинных тралов.

Заключение

Таким образом, теоретический анализ и расчет параметров показали, что оболочки тралов больших габаритов устья будут всегда иметь преимущества по геометрическому качеству по сравнению с оболочками средних и, особенно, малых размеров. Вместе с тем к полученным результатам необходимо относиться с некоторой долей осторожности, поскольку они отражают хотя и важную, но только одну, так сказать, геометрическую сторону проблемы.

В последующих исследованиях представляется целесообразным обратить особое внимание на биотехническое обоснование параметров трала в условиях, когда размерный ряд применяемых разноглубинных тралов выбирается с учетом динамики варьирования функции распределения габаритов скоплений и стай рыб в основных районах промысла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фридман А. Л., Розенштейн М. М., Лукашов В. Н. Проектирование и испытание тралов. М.: Пищ. пром-сть, 1973. 262 с.
2. Коротков В. К. Реакция рыб на трал и технология их лова. Калининград: ЭКБ АО «МариНПО», 1998. 397 с.
3. Лукашов В. Н. Устройство и эксплуатация орудий промышленного лова. М.: Пищ. пром-сть, 1971. 367 с.
4. Дверник А. В., Волосникова Е. А. Зависимость вертикального раскрытия разноглубинного трала от характеристики скопления пелагических рыб и скорости траления с учетом погрешности измерения глубины хода трала // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2015. № 3. С. 67–77.
5. Мельников В. Н., Лукашов В. Н. Технология промышленного рыболовства. М.: Пищ. пром-сть, 1981. 280 с.
6. Дверник А. В. Об оптимальной форме мотенной части пелагического трала // Тр. КТИРПИХ. Вып. 57: Промышленное рыболовство. 1975. С. 92–100.
7. Дверник А. В., Шеховцев Л. Н. Устройство орудий рыболовства [Device fishing gears]. М.: Колос, 2007. 270 с.
8. Большая иллюстрированная энциклопедия. Т. 5. М.: Аст; Астрель, 2010. 510 с.
9. Запорожец Г. Н. Руководство по решению задач по математическому анализу. М.: Высш. шк., 1962. 393 с.
10. Берд Д. Инженерная математика: Карманный справочник. М.: Додэка-XXI, 2008. 525 с.
11. Дверник А. В., Недоступ А. А., Янчук А. Н. Особенности расчета вертикального раскрытия с учетом характера распределения пелагических рыб и тактики наведения разноглубинных тралов на косяк // Рыбное хозяйство. 2016. № 4. С. 99–102.

Статья поступила в редакцию 27.03.2017

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Дверник Александр Васильевич – Россия, 236022, Калининград; Калининградский государственный технический университет; канд. техн. наук; профессор кафедры промышленного рыболовства; nedostup@klgtu.ru.



A. V. Dvernik

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF DIMENSIONS OF THE ROPE MIDWATER TRAWLS ON THEIR PERFORMANCE SUBJECT TO GEOMETRIC PROPERTIES OF CONE SHELLS

Abstract. The article studies different shell constructions of mid-water trawls and their properties. The problem settled is suggested to be solved taking into account real geometric interrelations between spacious and surface properties of cone shells. The author suggests to accept a so-called geometric quality coefficient as a criterion of the properties of a conical shell, which represents the ratio of the shell to the area of its side surface and by analogy to use it to the shell of the trawl. The relationship between the trawl dimensions and geometric quality coefficient have been studied. Comparing these figures with the actual characteristics of trawls showed good convergence. Ac-

ording to the results of theoretic analysis and parameters calculation, trawl large-size shells will always have advantages in geometric characteristics over mid-size and, especially, small-size shells. The results of the analysis can be used for approximate calculations of the parameters of the trawl and justification of ways to improve the performance of existing mid-water trawls.

Key words: mid-water trawl, geometric quality index, performance, trawl length, trawl shell, cone shell.

REFERENCES

1. Fridman A. L., Rozenshtein M. M., Lukashov V. N. *Proektirovanie i ispytanie tralov* [Design and testing of trawls]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1973. 262 p.
2. Korotkov V. K. *Reaktsiia ryb na tral i tekhnologiya ikh lova* [Reaction of fish to trawl. Technology of trawling]. Kaliningrad, EKB AO «MariNPO», 1998. 397 p.
3. Lukashov V. N. *Ustroistvo i ekspluatatsiia orudii promyshlennogo lova* [Design and operation of tools of industrial fishing]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1971. 367 p.
4. Dvernik A. V., Volosnikova E. A. Zavisimost' vertikal'nogo raskrytiia raznoglubinnogo trala ot kharakteristiki skopleniia pelagicheskikh ryb i skorosti tralenii s uchetom pogreshnosti izmereniia glubiny khoda trala [Dependence of mid-water trawl vertical opening on the characteristics of gathering pelagic fish and trawling speed subject to measurement deviations of trawl depth]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khoziaistvo*, 2015, no. 3, pp. 67-77.
5. Mel'nikov V. N., Lukashov V. N. *Tekhnologiya promyshlennogo rybolovstva* [Technology of industrial fisheries]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost', 1981. 280 p.
6. Dvernik A. V. Ob optimal'noi forme motennoi chasti pelagicheskogo trala [On optimal form of the purse of pelagic trawl]. *Trudy Kaliningradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo instituta rybnoi promyshlennosti i khoziaistva*, iss. 57: *Promyshlennoe rybolovstvo*, 1975, pp. 92-100.
7. Dvernik A. V., Shekhovtsev L. N. *Ustroistvo orudii rybolovstva* [Fishing gear organization]. Moscow, Kolos Publ., 2007. 270 p.
8. *Bol'shaia illiustrirovannaia entsiklopediia* [Big illustrated encyclopedia]. Vol. 5. Moscow, Ast; Astrel' Publ., 2010. 510 p.
9. Zaporozhets G. N. *Rukovodstvo po resheniiu zadach po matematicheskomu analizu* [Manual on the solution of problems in mathematical analysis]. Moscow, Vysshaia shkola Publ., 1962. 393 p.
10. Bird J. *Engineering Mathematics*. Published by Elsevier Ltd., 2007. 576 p. (Russ. ed.: Berd D. *Inzhenernaia matematika: Karmannyi spravochnik*. Moscow, Dodeka-XXI, 2008. 525 p.).
11. Dvernik A. V., Nedostup A. A., Ianchuk A. N. Osobennosti rascheta vertikal'nogo raskrytiia s uchetom kharaktera raspredeleniia pelagicheskikh ryb i taktiki navedeniia raznoglubinnykh tralov na kosiak [Features of calculation of the vertical disclosure subject to the nature of pelagic fish distribution and tactics of targeting mid-water trawls on the fish schools]. *Rybnoe khoziaistvo*, 2016, no. 4, pp. 99-102.

The article submitted to the editors 27.03.2017

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Dvernik Aleksandr Vasilievich – Russia, 236022, Kaliningrad; Kaliningrad State Technical University; Candidate of Technical Sciences; Professor of the Department of Industrial Fishing; nedostup@klgtu.ru.

