

**ПРОМРЫБОЛОВСТВО
INDUSTRIAL FISHERY**

Научная статья

УДК 639.2.081.117.212

DOI: 10.26428/1606-9919-2023-203-223-233

EDN: OTRBKE

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРА
ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ КАНАТНО-СЕТНОЙ ОБОЛОЧКИ
РАЗНОГЛУБИННОГО ТРАЛА ПО ЕГО ДЛИНЕ****Л.М. Симкин***

Рыболовная компания,

26119, Израиль, Хайфа, Рыбный порт «Шавит», ул. Рыбаков, 65

Аннотация. Описана методика, позволяющая на основе построенных диаграмм изменения параметров трала по его длине проводить анализ, оптимизацию и расчеты канатно-сетной оболочки разноглубинного трала (на примере трала Sirius Shelf проекта AS 11.012.000 ЗАО «Аквасервис»). Предлагаемая методика определения характера изменения параметров канатно-сетной оболочки трала дает возможность разработать широкий диапазон критериев для проектирования, сравнения и анализа разноглубинных тралов.

Ключевые слова: разноглубинные тралы, сетная пластина, канатная пластина, параметр канатно-сетной оболочки трала

Для цитирования: Симкин Л.М. Методика определения характера изменения параметров канатно-сетной оболочки разноглубинного трала по его длине // Изв. ТИНРО. — 2023. — Т. 203, вып. 1. — С. 223–233. DOI: 10.26428/1606-9919-2023-203-223-233. EDN: OTRBKE.

Original article

**A method to determine patterns for changing parameters
of the rope-net shell of midwater trawl along its length****Leonid M. Simkin**Fishing company, 65, Fishermen's Street, Shavit Fishing Port, 26119, Haifa, Israel
Director, simkinleonid@mail.ru

Abstract. A technique for designing the rope-net shell of midwater trawl is described on example of the trawl Sirius Shelf project AS 11.012.000 designed by Aquaservice Ltd. Diagrams of the rope-net shell parameters distribution along trawl are used. The technique allows to analyze variations of these parameters for their optimization. A wide range of the trawl designing criteria can be taken into account using the diagram approach.

Keywords: midwater trawl, net plate, rope plate, design characteristics

For citation: Simkin L.M. A method to determine patterns for changing parameters of the rope-net shell of midwater trawl along its length, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2023, vol. 203, no. 1, pp. 223–233. (In Russ.) DOI: 10.26428/1606-9919-2023-203-223-233. EDN: OTRBKE.

* Симкин Леонид Михайлович, директор, simkinleonid@mail.ru.

Введение

С начала применения разноглубинных тралов их конструкции прошли огромный путь развития — от тралов, у которых крыльевая и сетная части изготавливались из дели, до тралов, имеющих канатную крыльевую и переднюю части, которые за одно траление могут поднять на борт более 100 т рыбы. Каждая конструкция современного разноглубинного трала отличается индивидуальным дизайном и изготавливается из материалов с большим диапазоном параметров, затрудняющих сравнение существующих тралов. Отсутствие возможности проанализировать и сравнить изменение параметров канатно-сетных оболочек тралов ограничивает разработчика в выборе трала-прототипа и в проведении корректировки разрабатываемой модели трала, проверки и улучшения экономических показателей до начала морских испытаний. Большинство методик проектирования разноглубинных тралов основывается на конструкции трала-прототипа [Фридман, 1981; Коротков, 1998; Габрюк, Кулагин, 2000; Розенштейн, 2009; Недоступ, 2011]. Как правило, трал-прототип выбирается из множества разнообразных конструкций тралов, которые эксплуатируются на промысле. Базовыми критериями оценки прототипа служат уловистость, селективность, гидродинамическое сопротивление и другие требования, указанные в техническом задании. Подчас складывается ситуация, когда базовым критериям соответствуют несколько тралов, и встает вопрос о проведении дополнительного анализа параметров конструкций тралов.

С начала 1990-х гг. в российском рыболовстве увеличился ассортимент сетематериалов, применяемых в рыболовстве, и, как следствие, возросло количество параметров, которые желательно учитывать при конструировании разноглубинного трала.

Любая конструкция трала имеет индивидуальные параметры, которые влияют на поведение рыбы, прочность и долговечность трала [Коротков, 1998].

Параметры можно разделить на две группы:

- влияющие на прочность конструкции;
- влияющие на реакцию рыбы (косяков рыбы) на трал.

Каждый параметр имеет числовое значение, которое может иметь размерность, а может не иметь. Например, сплошность имеет числовое значение, но не имеет размерности.

Все параметры, которыми можно характеризовать канатно-сетную оболочку разноглубинного трала, обозначим Z_i .

Параметры канатно-сетной оболочки трала Z_i включают в себя:

а) простые — параметры, которые можно снять с чертежа трала, такие как шаг ячеи a_j , диаметр нитки d_j , диаметр канатов d_k , количество ячей и канатов по верхней и нижней кромке, по высоте n_j , цикл кройки;

б) производные — параметры, которые можно рассчитать на основе простых, полученных с чертежа величин, такие как сплошность $K_i = \frac{a_i}{d_i}$, высота H_i или длина верхней L_i и нижней l_i кромки пластины, конусность однородной пластины;

в) комбинированные — физико-механические параметры, которые можно рассчитать с помощью простых величин и справочных данных для материала, из которого изготовлена пластина, такие как разрывная прочность жгута однородной пластины P_p , сопротивление однородной пластины R_p , коэффициент Пуассона однородной пластины μ_p ;

г) измеренные — параметры, которые замеряются в процессе натуральных или модельных экспериментов, такие как угол раскрытия ячеи пластины a_j ;

д) влияющие на поведение объекта лова — параметры, которые определены экспериментальным путем, а именно: оптическое поле n_c , гидродинамическое поле h , степень затенения ячеи гидроследом n_s , акустическое поле ω_n , поле смещения частиц воды u_c [Коротков, 1998].

Комбинация всех перечисленных параметров всегда индивидуальна. Влияние параметров отдельных элементов трала на его характеристики зависит от их положения в конструкции канатно-сетной оболочки разноглубинного трала.

Цель предлагаемой методики — расширение возможности проведения анализа разноглубинных тралов, проектирования тралов с учетом новых параметров сетематериалов, улучшения селективности и рентабельности проектируемых тралов.

Материалы и методы

В качестве примера использования предлагаемой методики взяты рабочие чертежи канатного разноглубинного трала Sirius Shelf проекта AS 11.012.000 ЗАО «Аквасервис», применяемого на промысле рыбы.

Для объяснения предлагаемой методики используются данные, получаемые с чертежей, приложенных к инструкции по эксплуатации модели данного трала. Инструкция по эксплуатации трала Sirius Shelf была любезно предоставлена руководством предприятия ЗАО «Аквасервис».

Чертежи канатно-сетной оболочки конструкции трала были изучены, по их параметрам проведены расчеты и составлены таблицы для расчетов данных. Для наглядности предлагаемой методики по этим расчетам для каждого участка трала построена диаграмма, на которую нанесены данные из таблицы, полученные после расчета параметров с чертежа трала. На основе построенных линий трендов рассматриваемых параметров подбираем функциональную зависимость для каждого из них.

Для лучшего понимания предлагаемой методики определяем участки, характерные для всех разноглубинных тралов (рис. 1) [Симкин, 2020]:

- мелкая ячейная оболочка разноглубинного трала — участок трала от места соединения канатно-сетной оболочки трала с мешком трала (1–2) и до конца оболочки (3–4), завершающийся в верхней кромке сетных пластин с шагом ячей, равным 200 мм;
- крупная ячейная оболочка разноглубинного трала — участок трала от места окончания мелкая ячейной оболочки трала (3–4) до конца верхних кромок сетных пластин оболочки (5–6) с шагом ячей, равным 1200 мм;
- особо крупная ячейная оболочка разноглубинного трала — участок трала от места окончания крупная ячейной оболочки трала (5–6) до конца последнего ряда канатных пластин (7–8), у которых все канатные элементы собраны в виде равностороннего или неравностороннего ромба.

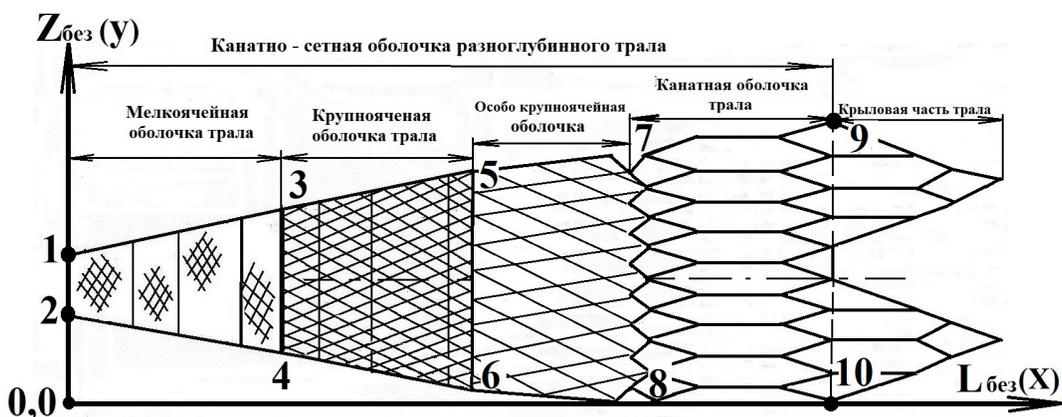


Рис. 1. Основные участки канатно-сетной оболочки разноглубинного трала
Fig. 1. The main sections of the rope-net shell of midwater trawl

Основным элементом при рассмотрении предлагаемой методики является сетная или канатная однородная пластина.

Современные разноглубинные тралы с любым тяговым усилием имеют канатно-сетную оболочку, которая собирается из канатных или сетных однородных пластин, расположенных конструктором в определенном порядке, поэтому основным конструктивным элементом в канатно-сетной оболочке разноглубинного трала является пластина (рис. 2).

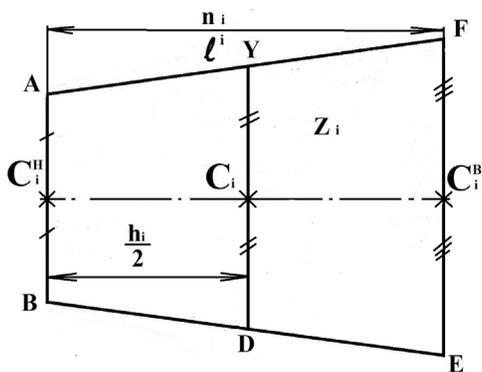


Рис. 2. Конструкция однородных пластин, из которых собирается канатно-сетная оболочка разноглубинного трала, и места расположения расчетных точек C_i^H ; C_i ; C_i^B

Fig. 2. Configuration of plates forming the rope-net shell of midwater trawl and location of the calculation points (C_i^H ; C_i ; C_i^B)

На рис. 2 C_i^H — точка приложения величины параметра Z_i i -той пластины по нижней кромке AB; C_i — то же по средней линии, которая находится на середине линии YD; C_i^B — точка приложения по верхней кромке FE.

Для простоты объяснения предлагаемой методики принимаем такое расположение схемы рассматриваемых тралов, чтобы нижняя кромка (по линии 1–2, см. рис. 1) любой сетной оболочки находилась слева, а верхняя кромка (по линии 9–10, рис. 1) — справа. Принимаем такое расположение канатно-сетной оболочки трала и всех остальных участков (мелко-, крупноячейного и особо крупноячейного) для того, чтобы все рассчитанные и внесенные в таблицу данные расчетов были на осях диаграммы с положительными величинами, а также все построенные диаграммы и результаты, полученные с них, были просты для сравнения, анализа и расчетов.

Результаты и их обсуждение

Составление таблиц для получения данных

Для облегчения расчетов и уменьшения возможных ошибок при расчетах будем использовать табличный метод. Порядок заполнения таблиц для построения диаграмм идентичен для всех участков канатно-сетной оболочки.

Для объяснения предлагаемого метода используем данные, полученные с чертежа крупноячейной оболочки трала Sirius Shelf (рис. 3).

5,5 яч 13,2 м	24яч - 72 м	21яч - 50,4 м	l^C
	◇ 1200 - Ø5,8 плас.-С	"нейлон" P=894	
6,5 яч 10,4 м	23яч - 55,2 м	20яч - 48 м	l^B
	◇ 800 - Ø 4,4 плас.-В	"нейлон" P=504	
21,5 яч 17,2 м	25яч - 40,0м	46яч - 36,8м	l^A
	◇ 400 - Ø 4,1 плас.- А	"нейлон" P=443	
	37яч - 29,6м		

Рис. 3. Чертеж крупноячейной части оболочки трала Sirius Shelf
Fig. 3. Drawing of the large-mesh part of the Sirius Shelf trawl

Порядок параметров для всех таблиц одинаков и имеет следующие значения и последовательность (см. таблицу) [Симкин, 2020].

Расчет и оптимизация параметров трала для построения диаграмм
Calculation and optimization of the trawl parameters to draw diagrams

Параметр	Обозначение	Однородная пластина, однородный конус (см. рис. 3)		
		А	В	С
1	a^i	400	800	1200
1.1	a_{diml}^i	0,333	0,670	0,670
2	d^i	4,0	4,4	5,8
3	K^i	0,0100	0,0055	0,0048
3.1	K_{diml}^i	1,0	0,55	0,48
4	n^i	21,5 + 0,5	6,5 + 0,5	5,5 + 0,5
5	l^i	17,6	11,2	14,4
6	L_{max}	17,6	28,8	43,2
7	L_H^i	0	17,6	28,8
7.1	L_{diml}^{i-H}	0	0,41	0,67
8	L_B^i	17,6	28,8	43,2*
8.1	L_{diml}^{i-B}	0,41	0,67	1,0
9	l_C^i	8,8	5,5	7,4
9.1	L_C^i	8,8	23,1	36,2
9.2	L_{diml}^{i-C}	0,20	0,53	0,84
10	P^i	0,443	0,504	0,894
11	n_{bot}^i	37,0	25,0	21,5
11.1	P_{bot}^i	16,391	12,600	19,221
11.2	P_{diml}^{bot-i}	0,81	0,63	0,96
12	n_{top}^i	46,0	28,0	22,5
12.1	P_{top}^i	20,378	14,112	20,115
12.2	P_{diml}^{top-i}	1,01	0,70	1,0

* Величина, необходимая для определения безразмерной величины расстояния (параметры 7.1; 8.1; 9.2) от места соединения сетной части с траловым мешком или предыдущим участком трала, который на диаграмме находится в точке 0,00.

Параметр 1. a^i — шаг ячеек однородной i -той пластины трала, мм.

Параметр 1.1. a_{diml}^i — безразмерная величина шага ячеек однородной i -той пластины трала:

$$a_{diml}^i = a^i / a_{max}, \quad (1)$$

где a_{max} — максимальный шаг ячеек однородной пластины на данном участке канатно-сетной части трала, мм.

Параметр 2. d^i — диаметр нитки или каната однородной i -той пластины трала, мм.

Параметр 3. K^i — величина сплошности однородной i -той пластины трала:

$$K^i = \frac{d^i}{a^i}. \quad (2)$$

Параметр 3.1. K_{diml}^i — безразмерная величина сплошности однородной i -той пластины:

$$K_{diml}^i = \frac{K^i}{K_{max}}, \quad (3)$$

где K_{diml}^i — максимальная величина сплошности однородной пластины на данном участке канатно-сетной части трала.

Параметр 4. Количество ячеек n^i по высоте однородной i -той пластины.

Параметр 5. l^i — длина однородной i -той пластины (см. рис. 2), включая величину смячейки, м:

$$l^i = (n^i \cdot 2a^i) + 0,5a^i. \quad (4)$$

Параметр 6. Максимальная длина L_{max} однородных пластин рассматриваемого участка, м:

$$L_{max} = \sum_{i=1}^H l^i. \quad (5)$$

Параметр 7. Расстояние от начала рассматриваемого участка до нижней кромки L_{H}^i однородной пластины, м:

$$L_{H}^i = l^A + l^B + \dots + l^i, \quad (6)$$

где $l^A + l^B + \dots + l^{i-1} + l^i$ — длина i -той однородной пластины (рис. 2).

Параметр 7.1. Безразмерная величина расстояния до нижних кромок однородных пластин:

$$L_{diml}^{i-H} = \frac{L_{H}^i}{L_{max}}. \quad (7)$$

Параметр 8. Расстояние до верхней точки однородной пластины на рассматриваемом участке, м:

$$L_{B}^i = l^A + l^B + \dots + l^{i-1} + l^i. \quad (8)$$

Параметр 8.1. Безразмерная величина расстояния до верхних кромок однородных пластин на рассматриваемом участке траля:

$$L_{diml}^{i-B} = \frac{L_{B}^i}{L_{max}}. \quad (9)$$

Параметр 9. Расстояние от начала (рис. 2, АВ) однородной i -той пластины до ее средней линии (рис. 2, YD), м:

$$l_C^i = 0,5l^i = 0,5[(n^i \cdot 2a^i) + 0,5a^i]. \quad (10)$$

Параметр 9.1. Расстояние от начала рассматриваемого участка до середины средней линии (рис. 2) однородной i -той пластины, м:

$$L_C^i = l^A + l^B + \dots + l^{i-1} + 0,5l^i. \quad (11)$$

Параметр 9.2. Безразмерная величина расстояния от начала рассматриваемого участка до средней линии (рис. 2, C_i) однородной i -той пластины:

$$L_{diml}^{i-C} = \frac{L_C^i}{L_{max}}. \quad (12)$$

Параметр 10. Максимальная разрывная прочность ячей P^i i -той пластины берется из каталога данных сетевязальной фабрики, т.

Параметр 11. Количество ячеек n_{bot}^i (включая ячей, забранные в топенант) по нижней кромке (рис. 2, линия АВ) i -той пластины.

Параметр 11.1. Суммарная разрывная прочность P_{bot}^i по нижней кромке пластин, т:

$$P_{bot}^i = P^i \cdot n_{bot}^i. \quad (13)$$

Параметр 11.2. P_{diml}^{bot-i} — безразмерная величина разрывной прочности по нижним кромкам пластин:

$$P_{diml}^{bot-i} = \frac{P_{bot}^i}{P_{max}}. \quad (14)$$

Параметр 12. n_{top}^i — количество ячеек (включая ячей, забранные в топенант) по верхней кромке (рис. 2, линия FE) i -той пластины.

Параметр 12.1. P_{top}^i — суммарная разрывная прочность по верхней кромке i -той пластины, т:

$$P_{top}^i = P^i \cdot n_{top}^i. \quad (15)$$

Параметр 12.2. P_{diml}^{top-i} — безразмерная величина разрывной прочности по верхним кромкам пластин:

$$P_{diml}^{top-i} = \frac{P_{top}^i}{P_{max}}. \quad (16)$$

При расчете безразмерных значений прочности за максимальную разрывную прочность $P_{max} = P_{top}^{i-c} = 20,115$ т данного участка принимаем разрывную прочность верхней кромки крайней правой однородной пластины на этом участке сетной оболочки. Для нашего участка это пластина с шагом ячеи 1200 мм, где среднее количество ячеей по верхней кромке будет $n_{top}^i = 22,5$.

Поскольку на чертеже трала только однородные пластины, из которых состоит канатно-сетная оболочка разноглубинного трала (см. рис. 1), они являются основой для сборки плах (от линии 1–2 до линии 3–4) канатно-сетевого конуса трала. Учитывая, что канатно-сетный конус может собираться из 4÷12 плах и более, мы рассматриваем только однородные пластины одной плахи, а при расчете данных для составления таблицы учитываем фактическое количество плах.

В случае если количество n^i ячеей или канатов по верхним n_{top}^i и нижним n_{bot}^i кромкам разное, рассчитываем среднеарифметическое количество ячеей (канатов) для внесения в таблицу (строки 11, 12).

Построение диаграмм

Для примера построения диаграммы используем данные таблицы, которые получены с чертежа трала Sirius Shelf. Возьмем следующие безразмерные величины параметров однородных пластин:

- 1) a_{diml}^i — шага ячеей;
 - 2) K_{diml}^i — сплошности;
 - 3) P_{diml}^{bot-i} — максимальной разрывной прочности жгутов по длине нижних кромок АВ;
 - 4) P_{diml}^{top-i} — максимальной разрывной прочности жгута по верхним кромкам FE.
- Наносим их безразмерные величины на диаграмму в соответствии с их местоположением на рассматриваемом участке оболочки трала.

По данным таблицы построим диаграмму. На оси абсцисс откладываем безразмерные величины $L_{без}$ в месте приложения рассматриваемого параметра — в точках C_{ip}^H ; C_i ; C_i^B однородной пластины соответствующего участка трала (см. рис. 2).

По оси ординат для построения линии тренда 1 откладываем безразмерные величины a_{diml}^i ; для построения линии тренда 2 — безразмерные K_{diml}^i ; для построения линии тренда 3 — P_{diml}^{bot-i} ; для построения линии тренда 4 — P_{diml}^{top-i} .

На основании данных, полученных с **крупноячейной части трала** (см. рис. 3), строим диаграмму (рис. 4).

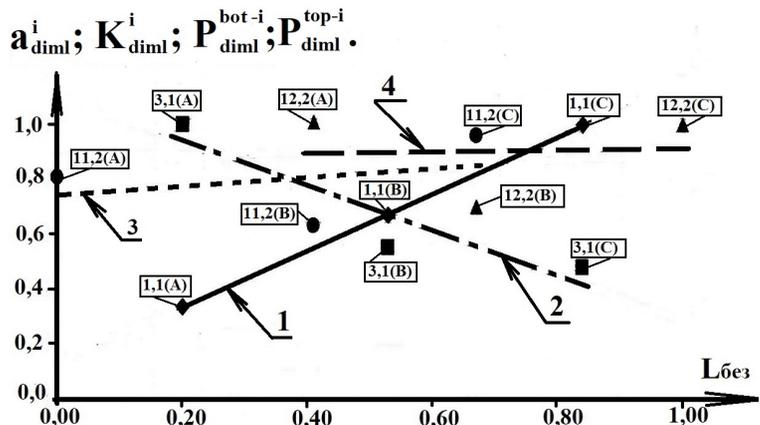


Рис. 4. Линии трендов зависимости изменения конструктивных величин крупноячейной части разноглубинного трала Sirius Shelf

Fig. 4. Trend lines for design parameters of the large-mesh part of the Sirius Shelf midwater trawl

Определение функциональной зависимости полученных линий трендов изменения рассматриваемых параметров от их места положения (рис. 4):

- 1 — $a_{diml}^i = 0,0677 \cdot L_{diml}^2 + 0,9718 \cdot L_{diml} + 0,1359$;
- 2 — $K_{diml}^i = 0,8184 \cdot L_{diml} + 1,105$;
- 3 — $P_{diml}^{bot-i} = 0,1643 \cdot L_{diml} + 0,7408$;
- 4 — $P_{diml}^{top-i} = 0,0238 \cdot L_{diml} + 0,8868$.

На основании данных, полученных с мелкочаечной части трала (рис. 5), строим диаграмму (рис. 6).

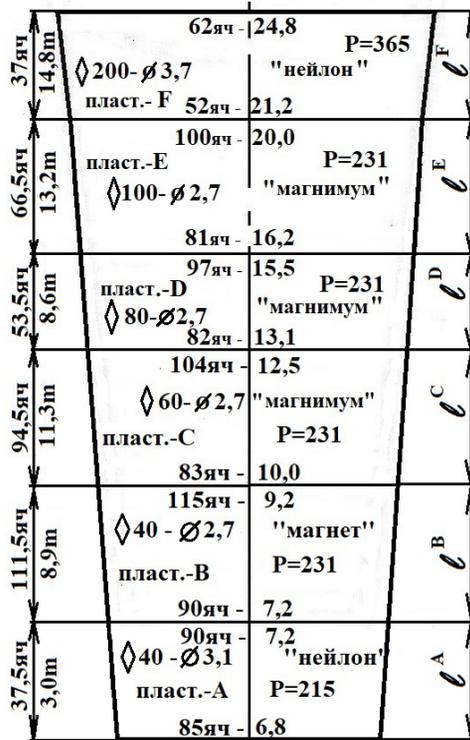


Рис. 5. Чертеж мелкочаечной части оболочки трала Sirius Shelf
 Fig. 5. Drawing of the small-mesh part of the Sirius Shelf trawl

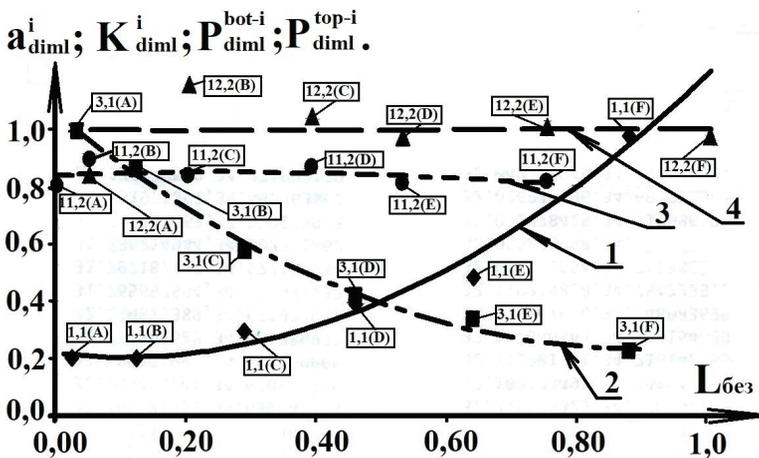


Рис. 6. Линии трендов зависимости параметров мелкочаечной оболочки разноглубинного трала Sirius Shelf
 Fig. 6. Trend lines for design parameters of the small-mesh part of the Sirius Shelf midwater trawl

Определение функциональной зависимости полученных линий трендов изменения рассматриваемых параметров от их местоположения (рис. 6):

$$1 - a_{diml}^i = 1,2621 \cdot L_{diml}^2 - 0,2492 \cdot L_{diml} + 0,2205;$$

$$2 - K_{diml}^i = 0,0256 \cdot L_{diml}^2 - 0,8114 \cdot L_{diml} + 1,0534;$$

$$3 - P_{diml}^{bot-i} = -0,1628 \cdot L_{diml}^2 + 0,1009 \cdot L_{diml} + 0,8476;$$

$$4 - P_{diml}^{top-i} = 0,0299 \cdot L_{diml} + 1,0021.$$

На основании данных, полученных с **особо крупноячейной части** трала (рис. 7), строим диаграмму (рис. 8).

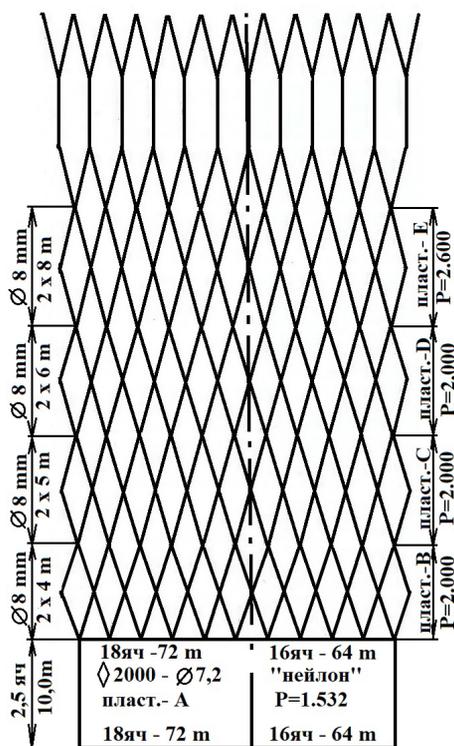


Рис. 7. Чертеж особо крупноячейной оболочки трала Sirius Shelf
Fig. 7. Drawing of the extra-large-mesh part of the Sirius Shelf trawl

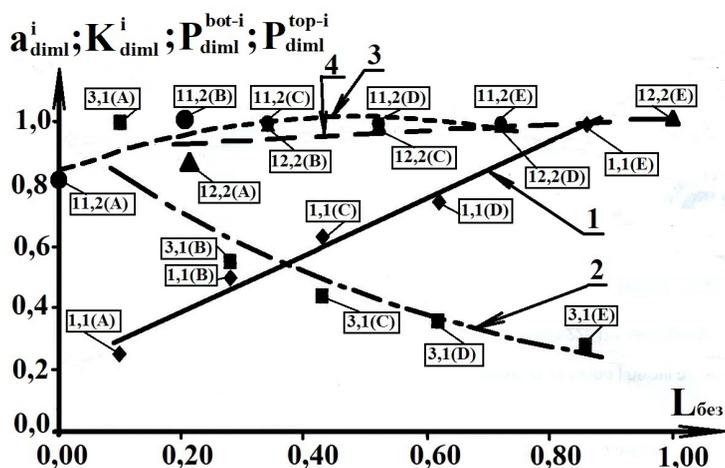


Рис. 8. Линии трендов зависимости изменения параметров особо крупноячейной оболочки трала Sirius Shelf
Fig. 8. Trend lines for design parameters of the extra-large-mesh part of the Sirius Shelf midwater trawl

Определение функциональной зависимости полученных линий трендов изменения рассматриваемых параметров от их места положения (рис. 8):

$$1 — a_{diml}^i = 0,9391 \cdot L_{diml} + 0,1969;$$

$$2 — K_{diml}^i = 0,9776 \ell^{-1,5721 L_{diml}};$$

$$3 — P_{diml}^{bot-i} = -0,7483 \cdot L_{diml}^2 + 0,7398 \cdot L_{diml} + 0,8431;$$

$$4 — P_{diml}^{top-i} = 0,9149 \ell^{0,1136 L_{diml}}.$$

После проведенных расчетов и построений для каждого участка оболочки разноглубинного трала Sirius Shelf имеем диаграммы с построенными на них трендами изменения исследуемых безразмерных величин параметров и их функциональные зависимости. На основании полученных функциональных зависимостей можно провести анализ и корректировку любой из конструктивных величин для любого участка оболочки разноглубинного трала.

Рассмотрим это на примере диаграммы (см. рис. 6) мелкоячейной сетной части трала.

Параметры пластины с шагом ячеи 40 мм, диаметром нитки 3,1 мм, изготовленной из нейлона (пластина А, см. рис. 5), находятся недопустимо ниже линии тренда и требуют обоснования и корректировки; с шагом ячеи 40 мм, диаметром нитки 2,7 мм, изготовленной из магнета (пластина В, рис. 5), имеют избыточный запас прочности.

На основе предлагаемой методики можно провести анализ и исследовать любой участок канатно-сетной оболочки разноглубинного трала. Рассмотрим расчет желательных параметров в случае необходимости корректировки на примере мелкоячейного участка трала (см. рис. 6) в точке 12,2(В), где разрывная нагрузка верхней кромки пластины В (шаг ячеи 40 мм, нитка 2,7 мм, магнет) выше допустимой. Определим величину разрывной нагрузки согласно полученной зависимости:

$$P_{diml}^{top-A} = 0,0299 \cdot L_{diml} + 1,0021.$$

Верхняя кромка находится на безразмерном расстоянии $L_{\text{без}} = 0,2$.

$$P_{diml}^{bot-A} = 0,0299 \cdot 0,006 + 1,0021 = 1,0081.$$

Тогда величина разрывного усилия для данной кромки сетной однородной пластины с шагом ячеи 40 мм, диаметром нитки 2,7 мм, изготовленной из нитки магнет, будет:

$$P_{max}^{top-A} = P_{diml}^{top-A} \cdot P_{max} = 1,0081 \cdot 22,024 = 22,2 \text{ т.}$$

Согласно расчетам фактическая величина разрывной нагрузки по верхней кромке для сетных пластин с шагом ячеи 40 мм и диаметром нитки 3,1 мм по факту будет $P_{top}^{fact-A} = 26,565 \text{ т}$, т.е. на 20 % больше требуемой. После проведенного анализа необходимо изменить диаметр или материал нити и обосновать применение материала и диаметра нитей в сетной оболочке.

Выводы

Для каждого участка оболочки разноглубинного трала можно построить линию тренда и получить функциональные зависимости любых конструктивных величин, характеризующих данную конструкцию оболочки трала.

На основании полученных линий трендов можно проводить:

- анализ конструктивных величин канатно-сетных оболочек разноглубинных тралов;
- корректировку конструкции пластин канатно-сетных оболочек тралов;
- подбор трала-прототипа для расчета канатно-сетной оболочки разноглубинного трала;
- обоснование конструкций канатно-сетных пластин разноглубинных тралов.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Автор благодарит за помощь в период подготовки статьи начальника отдела морских экспедиций АтлантНИРО Сергея Вячеславовича Попова.

The author is thankful to Sergey V. Popov, Head of Marine Expeditions Department of the Atlantic branch of VNIRO (AtlantNIRO) for his assistance in the study and the article writing.

Финансирование работы (FUNDING)

Исследование не имело спонсорской поддержки.
The study had no sponsor funding.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Автор заявляет, что у него нет конфликта интересов.
The author declares that he has no conflict of interest.

Список литературы

- Габрюк В.И., Кулагин В.Д.** Механика орудий рыболовства и АРМ промысловика : моногр. — М. : Колос, 2000. — 416 с.
- Коротков В.К.** Реакция рыб на трал, технология их лова : моногр. — Калининград : ЭКБ АО «МАРИНПО», 1998. — 397 с.
- Недоступ А.А.** Методы расчета сетных активных орудий прибрежного и океанического рыболовства. Методы расчета донных и разноглубинных тралов. — Калининград : КГТУ, 2011. — 156 с.
- Розенштейн М.М.** Проектирование орудий рыболовства : учеб. пособие. — М. : Колос, 2009. — 400 с.
- Симкин Л.М.** Исследование возможности получения функциональной зависимости коэффициентов сплошности канатно-сетных частей разноглубинных тралов // Изв. ТИНРО. — 2020. — Т. 200, вып. 3. — С. 656–670. DOI: 10.26428/1606-9919-2020-200-656-670.
- Фридман А.Л.** Теория и проектирование орудий промышленного рыболовства : учеб. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Лег. и пищ. пром-сть, 1981. — 328 с.

References

- Gabryuk, V.I. and Kulagin, V.D.**, *Mekhanika orudiy rybolovstva i ARM promyslovika* (Mechanics of fishing tools and fisherman's workstation), Moscow: Kolos, 2000.
- Korotkov, V.K.**, *Reaktsiya ryb na tral, tekhnologiya ikh lova* (The reaction of fish on the trawl, the technology of their fishing), Kaliningrad: AO MARINPO, 1998.
- Nedostup, A.A.**, *Metody rascheta mnozhestva aktivnykh predpriyatiy, zanimayushchikhsya rybolovstvom i rybolovstvom. Metody rascheta donnykh i raznoglubinnykh tralov* (Methods for calculating the set of active enterprises engaged in fishing and fishing. Methods for calculating bottom and mid-water trawls), Kaliningrad: Kaliningrad. Gos. Tekh. Univ., 2011.
- Rozenstein, M.M.**, *Proyektirovaniye orudiy rybolovstva* (Fishing gear design), Moscow: Kolos, 2009.
- Simkin, L.M.**, A study of approach to assessing a functional relationship between solidity ratios for the rope/net part of midwater trawl, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2006, vol. 200, no. 3, pp. 656–670. doi 10.26428/1606-9919-2020-200-656-670
- Fridman, A.L.**, *Teoriya i proyektirovaniye orudiy promyshlennogo rybolovstva* (Theory and design of industrial fishing tools), Moscow: Pishchevaya Promyshlennost', 1969.

Поступила в редакцию 28.11.2022 г.

После доработки 9.01.2023 г.

Принята к публикации 3.03.2023 г.

*The article was submitted 28.11.2022; approved after reviewing 9.01.2023;
accepted for publication 3.03.2023*