

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАБОТЫ РАЗНОГЛУБИННЫХ ТРАЛОВ НА ПРОМЫСЛЕ ПЕЛАГИЧЕСКИХ ВИДОВ РЫБ В ИЭЗ МАРОККО

С.В. Попов, А.С. Мысков

*ФГБНУ «АтлантНИРО», г. Калининград
S_Popov@atlantniro.ru, myskov@atlantniro.ru*

Попов С.В., Мысков А.С. Сравнительный анализ работы разноглубинных тралов на промысле пелагических рыб в ИЭЗ Марокко // Труды АтлантНИРО. 2017. Новая серия. Том 1, № 4. Калининград: АтлантНИРО. С. 130–136.

Выполнен сравнительный анализ эффективности работы разноглубинных тралов при различных условиях их эксплуатации на промысле пелагических видов рыб в исключительной экономической зоне Марокко. Практическая значимость полученных результатов состоит в возможности осуществлять экспресс-оценку эффективности конструкций разноглубинных тралов непосредственно на промысле рыбы при ограниченном объеме исходной информации. В работе представлены технические характеристики судна и тралов, проанализирована информация о результатах 380 тралений, выполненных в сентябре 2015 г. – январе 2016 г. тремя различными типами тралов. Результаты тралений были разделены на две группы – пелагические и придонные. Исходными данными для сравнительного анализа были: улов за траление, продолжительность траления, скорость траления, глубина места лова, горизонт хода трала, вертикальное раскрытие трала и горизонтальное раскрытие трала. Сформулированы понятия «режим вдавливания в грунт» и «индекс уловистости». В качестве критерия сравнительной оценки использован индекс уловистости. Он показывает, сколько рыбы улавливает трал определенной конструкции с одного кубического метра протраленного объема воды. Были получены величины индексов уловистости для каждого типа трала и режима траления, которые позволяют сравнить конструкцию тралов между собой. Из всех используемых типов тралов конструкция трала «Сириус-1» является наиболее эффективной по индексу уловистости для всех режимов траления. Особо ярко это проявляется в режиме придонного траления. В пелагическом режиме траления конструкции тралов «Сириус-4» и «Аква-Фест» имеют одинаковый индекс уловистости, однако из-за больших габаритных размеров при использовании трала «Сириус-4» получали уловы больше, чем при использовании трала «Аква-Фест». В данной работе апробирована методика оценки эффективности работы разноглубинных тралов при различных условиях их эксплуатации.

Ключевые слова: индекс уловистости трала, режим траления, вдавливание в грунт, эффективность работы трала, деформация трала

Popov S.V., Myskov A.S. Comparative analysis of midwater trawl operation on pelagic fish in the EEZ of Morocco // Trudy AtlantNIRO. 2017. New series. Vol. 1, № 4. Kaliningrad: AtlantNIRO P. 130–136.

This publication is a comparative analysis of the operation efficiency of the midwater trawls under various conditions of their exploitation in the fishery of pelagic fish species in the EEZ of Morocco. The practical significance of the obtained results is the possibility to perform an express assessment of the effectiveness of midwater trawls designs directly in the fishing with a limited amount of initial information. Technical characteristics of the vessel and trawls are presented, the information on 380 trawlings with three different trawl types performed in September 2015 – January 2016 are analyzed in the paper. All trawls are divided into pelagic and near-bottom ones.

The initial data for the comparative analysis are: catch per trawling, trawling time, trawling speed, fishing depth, horizon of trawl progress, vertical opening of trawl, horizontal opening of trawl. The terms «regime of indentation into the ground», «index of catchability» are formulated. Catchability index is used as a criterion for comparative evaluation. It shows how many fish are caught by trawl of a certain design from one cubic meter of the volume of trawling water. In the course of the analysis, catch indices were obtained for each trawl type and trawling regime, which allow comparing the trawl designs to each other. The result of this work is the conclusion that the «Sirius-1» trawl design is the most effective among all of the trawls represented for the catchability index for all trawling modes regime. This is particularly evident in the mode of near-bottom trawling. In the pelagic trawling mode, the designs of «Sirius-4» and «Aqua-Fest» trawls have the same catchability index, however, due to the large overall dimensions of the trawl, more catches were obtained when using «Sirius-4» than with usage of «Aqua-Fest». This work presents an approbation of the methodology for assessing the operation efficiency of the midwater trawls under various conditions of their exploitation.

Key words: trawl catchability index, trawling modes, trawl indentation into ground, trawl operation efficiency, deformation of trawl

Введение

На протяжении более 55 лет российские рыбаки ведут успешный промысел в Центрально-Восточной Атлантике (ЦВА), в том числе в исключительной экономической зоне Королевства Марокко (ИЭЗ Марокко). К настоящему времени квота вылова для российских рыбаков составляет 140 тыс. т [Гербер, 2017]. Основными объектами промысла в этом районе являются восточная скумбрия *Scomber japonicus*, европейская сардина *Sardina pilchardus*, западноафриканская ставрида *Trachurus trecae*, европейская ставрида *Trachurus trachurus*, круглая сардинелла *Sardinella aurita*, плоская сардинелла *Sardinella maderensis* и африканский каранкс *Caranx rhonchus*. Основу российского промыслового флота, работающего в ИЭЗ Марокко, составляют крупнотоннажные траулеры типа «Моонзунд», типичным представителем которых является РТМКСМ «Капитан Богомолов», на котором проводились наши исследования.

В качестве основного промыслового вооружения эти суда используют разноглубинные тралы линейки «Сириус», которые являются усовершенствованным продолжением применяемого ранее в этом районе разноглубинного трала 118/620, реже – тралы других проектов.

Наличие на судне нескольких тралов, различающихся по размерам и конструкции, неминуемо приводит к вполне обоснованному желанию рыбаков сравнить эти тралы между собой, оценить эффективность работы каждого из них относительно остальных. Для этого требуется простой и понятный алгоритм получения таких оценок.

Актуальность данной работы продиктована насущной необходимостью оценки эффективности работы имеющихся на судне тралов при различных условиях их эксплуатации на промысле в ИЭЗ Марокко. Это позволит повысить эффективность работы российского промыслового флота при ведении тралового промысла в различных условиях, применяя наиболее подходящие тралы.

Обычно на промысловых судах для оценки качества орудия лова принимаются во внимание такие факторы, как удобство и простота работы с орудием лова (время постановки-выборки, ремонтпригодность, безопасность и т.д.), количество аварий, неудачных тралений и другие, но главным фактором, безусловно, является получение максимального улова за единицу времени или за траление. Учитывая все эти факторы, промысловики интуитивно признают какой-либо из использующихся на судне тралов «хорошим», а какой-то «плохим». Однако далеко не всегда можно однозначно определить эффективность работы того или

иного трала, т.к. при различных режимах траления лучшими показателями могут обладать разные тралы.

В связи с этим интерес вызывают два вопроса: определение режима работы тралов и выбор критерия эффективности работы тралов. Относительно первого вопроса предлагается различать работу трала в пелагическом режиме, когда горизонтальное и вертикальное раскрытия трала находятся в рамках диапазона проектных характеристик, и в режиме придонного траления, когда груза, нижняя подбора, в некоторых случаях и доски движутся по дну, а вертикальное раскрытие уменьшается и выходит за нижние границы проектного. Промысловики называют такой режим «вжимать или вдавливать трал в грунт». Используют такой режим траления при концентрации рыбы в узком вертикальном придонном слое или на мелководье. Траления в режиме «вдавливания в грунт» связаны с риском возникновения аварий и частых повреждений нижних частей трала, в частности нижних канатных элементов, нижней подборы и поводцов, соединяющих нижнюю подбору с цепями, самих цепей, а также траловых досок. Несмотря на это, такая работа оправдана, т.к. улов в режиме «вдавливания в грунт» для некоторых тралов повышается по сравнению с пелагическими тралениями до 30%.

Цель работы – сравнительная оценка эффективности работы тралов с учетом особенностей их использования в ИЭЗ Марокко. Для решения данной цели решались следующие задачи: а) сбор данных, необходимых для оценки эффективности работы разных типов тралов и режимов траления; б) статистическая обработка собранных данных; в) анализ полученных результатов на примере использования на промысле трех различных тралов.

Методика исследования

Вопросам, связанным с эффективностью работы и уловистостью тралов, посвящено достаточно много работ [Баранов, 1969; Саврасов, 1976; Фридман, 1981; Войниканис-Мирский, 1983; Кадильников, 1986; Розенштейн, 2000 и другие]. Опираясь на эти работы можно заключить, что эффективность работы трала можно оценивать не только по улову на усилие (за траление или за час, сутки лова), но и по коэффициенту уловистости трала.

Использованная нами методика сравнительного анализа эффективности работы тралов представлена в статье Попова, Мыскова [2017]. Она сводится к следующему: улов за траление представляется как функция коэффициента уловистости, плотности концентрации рыб в зоне действия орудия лова, площади устья трала, скорости траления и времени траления (1).

$$Q = \gamma \cdot \rho \cdot F_y \cdot v_c \cdot t, \quad (1)$$

где Q – улов за траление (т),

γ – коэффициент уловистости,

ρ – плотность концентрации рыб в зоне действия орудия лова (т/м³),

F_y – площадь устья трала, определяемая произведением вертикального (H) и горизонтального (L) раскрытий трала (м²),

v_c – скорость траления (уз),

t – время траления (час).

Судя по формуле (1), улов в одинаковой степени зависит от всех множителей, входящих в уравнение, неизвестными из которых являются плотность концентрации рыб в зоне действия орудия лова и коэффициент уловистости. Определить непосредственно на промысле ни первый, ни второй параметр не представляется возможным. Учитывая, что промысел происходит в одно и то же время и на одном промысловом участке, для целей сравнительной оценки эффективности работы тралов на определенном режиме траления, плотность концентрации рыб может быть принята за константу. Это допущение позволит использовать параметр ($\gamma \cdot \rho$) в качестве критерия уловистости для сравнительной оценки эффективности работы тралов.

$$\gamma \cdot \rho = \frac{Q}{F_y \cdot v_c \cdot t} \quad (2)$$

Данный параметр (**индекс уловистости**) показывает, сколько рыбы (т, кг, г) улавливает трал с единицы протраленного объема. Используя предложенный индекс уловистости, было проведено сравнение эффективности работы тралов, использовавшихся на судне РТМКСм «Капитан Богомолов» (рис. 1) в ИЭЗ Марокко в сентябре 2015 г. – январе 2016 г. Ниже приведены некоторые его технические характеристики (табл. 1) и характеристики разноглубинных тралов для различных схем оснастки «Сириус-1», «Сириус-4» и «Аква-Фест» (табл. 2), которые использовались на РТМКСм «Капитан Богомолов».



Рис. 1. РТМКСм «Капитан Богомолов»
Fig.1. Super-trawler RTMKSm «Captain Bogomolov»

Таблица 1

Основные характеристики судна РТМКСм «Капитан Богомолов»
Main characteristics of RTMKSm «Captain Bogomolov»

1	Название судна	Капитан Богомолов
2	Бортовой номер	М-0010
3	Номер ИМО	8607402
4	Порт приписки	Мурманск
5	Флаг	Россия
6	Год и место постройки	1993, Штральзунд, ГДР
8	Класс судна	КМ Л1 1 А2
9	Район плавания	Неограниченный
10	Экипаж судна	72 человека
11	Главные двигатели	6 VDS 48/42 AL2 2x2670
12	Вспомогательные двигатели	Wartsila 8L20 LF 2x1470
13	Длина наибольшая	120,43 м
14	Длина между перпендикулярами	107,0 м
15	Ширина наибольшая	19,0 м
17	Высота борта	12,22 м
19	Высота надводного борта	26,28 м
20	Водоизмещение порожнем	6028 т
22	Дедвейт	3255 т
23	Тоннаж брутто	7765 р.т
24	Тоннаж нетто	2329 р.т
25	Грузоподъемность	До 2300 т
26	Позывной	UCUE

Характеристики разноглубинных тралов, принятые для расчетов
The characteristics of midwater trawls that were used for calculations

Название	«Сириус-1»	«Сириус-4»	«Аква-Фест»
Вертикальное раскрытие (м)	40–50	70–80	60–75
Горизонтальное раскрытие (м)	100–120	150–165	95–140
Периметр по гужу (м)	520	728	616
Скорость траления (уз)	4,5–5,0	4,5–5,5	4,0–5,5
Масса (кг)	3150	4000	3800

Находясь на судне в качестве научного наблюдателя, один из авторов (СВП) собрал данные об уловах, используемых тралах и их характеристиках, месте лова, времени тралений и т.д. Эти данные были дополнены информацией, содержащейся в промысловых журналах. В расчетах использованы данные 380 тралений с суммарным уловом 17500 т. Глубина места лова изменялась от 33 до 500 м, скорость траления варьировала от 3,5 до 5,5 узлов.

Все траления поделены на две группы: первая – пелагические траления ($n = 291$), вторая – придонные траления ($n = 89$). Ко второй группе отнесены все траления, в которых разность между глубиной места лова и горизонтом хода верхней подборы (т.е. вертикальным раскрытием) составляла меньше $2/3$ от проектного вертикального раскрытия трала. По наблюдениям, эта величина обычно составляла около 35–40 м вне зависимости от типа и размера трала. К первой группе отнесены все остальные траления. Для нахождения площади устья трала горизонтальное раскрытие принималось как среднее из диапазона проектного, вертикальное раскрытие рассчитывалось следующим образом:

- для пелагического режима: среднее проектное вертикальное раскрытие,
- для придонного режима: вычитанием около 25% из нижней границы проектного вертикального раскрытия.

Результаты и обсуждение

На основании изложенной методики, были проведены расчеты и получены следующие результаты, представленные в табл. 3.

Таблица 3

Результаты расчетов уловов, времени траления, протраленного объема и индекса уловистости
Results of calculations of catches, trawling time, trawling volume and catchability index

Название трала	Улов Q (т)	время траления t (ч)	Вертикальное раскрытие H (м)	Горизонтальное раскрытие L (м)	Площадь устья трала F_y (м ²)	Скорость траления v_c (уз)	Протраленный объем V (м ³)	Индекс уловистости *Индекс $\gamma \cdot \rho$ (гр/м ³)	Количество тралений
Пелагический режим траления									
Сириус-1	33,1±15	1,91	45	110	4950	4,37	8,5*10 ⁷	0,43	172
Сириус-4	36,7±6,4	1,8	75	157,5	11812,5	4,63	1,8*10 ⁸	0,2	32
Аква-Фест	32,4±2,1	2,32	67,5	117,5	7931,25	4,66	1,6*10 ⁸	0,2	111
Придонный режим траления									

Сириус-1	40±3,9	1,3	30	110	3300	4,37	3,5*10 ⁷	1,15	26
Сириус-4	37,1±4,3	2,1	50	157,5	7875	4,65	1,4*10 ⁸	0,26	14
Аква-Фест	37,4±4,1	2,1	40	117,5	5200	4,67	8,5*10 ⁷	0,43	25

*Для удобства размерность приведена в гр/м³

Режим пелагического траления хорошо изучен и понятен с точки зрения процесса траления и получения улова. Из приведенных данных (табл. 3) видно, что при пелагическом режиме траления трала «Сириус-4» получали самые высокие уловы за траление (36,7 т), затрачивая на это меньшее время (1,8 часа), имея при этом средние показатели уловистости. Это объясняется большими габаритными размерами трала, следовательно большим протраленным объемом. Самым большим значением индекса уловистости обладал при данном режиме траления трал «Сириус -1», однако из-за скромных размеров его уловы за траление были ниже, чем у остальных тралов. Трал «Аква-Фест» имел индекс уловистости такой же, как у «Сириус-4» и, несмотря на самое высокое значение времени траления, не смог превысить его показатели.

Гораздо интереснее оказались результаты тралений в придонном режиме. Самый маленький трал («Сириус-1») обладает индексом уловистости, в три раза превышающим этот же показатель для других тралов. Несмотря на свои небольшие размеры, этот трал давал наибольшие уловы за траление (40 т). Самый большой трал «Сириус-4», несмотря на самое низкое значение уловистости, показал средние уловы за траление (37,1 т) благодаря своим внушительным габаритам. Такие же уловы за траление (37,4 т) получили при использовании трала «Аква-Фест». При средних показателях уловистости, его габариты не позволили превысить улов остальных тралов. Таким образом, в придонном режиме траления самую высокую эффективность показал трал «Сириус-1».

По результатам анализа работы судна тремя различными тралами на разных режимах можно заключить следующее:

- для работы в пелагиали наиболее эффективным является трал «Сириус-4»
- самую высокую эффективность в придонном варианте использования показал трал «Сириус-1».

Более подробно следует остановиться на особенностях использования тралов в придонном варианте в режиме «вдавливания в грунт». При таком режиме траления вертикальное раскрытие больших тралов резко уменьшается (более чем в 2 раза), что, несомненно, приводит к деформации его проектной формы, перетяжкам или провисаниям канатных элементов и сетных частей трала. Это, очевидно, уменьшает коэффициент уловистости трала. Однако при использовании в качестве оценки эффективности работы тралов произведения коэффициента уловистости и плотности концентрации рыбы, влияние на этот индекс коэффициента уловистости может быть компенсировано увеличением концентрации рыб в придонном слое. Данное обстоятельство не позволяет сравнивать работу в пелагическом варианте с работой в придонном варианте, т.к. концентрация рыб будет различна. Однако при работе в одном режиме траления сравнение эффективности работы тралов по индексу уловистости $\gamma.p$ вполне корректно и обосновано.

При использовании небольших тралов в режиме «вжимания в грунт» их вертикальное раскрытие снижается не так значительно, как у больших тралов, и находится вблизи пределов нижней границы проектных характеристик. Это означает, что форма тралов не имеет значительных деформаций и уловистость остается на высоком уровне. При увеличении плотности концентрации рыбы в придонном слое уловы за час траления могут заметно (до 30%) повышаться.

Заключение

Данное исследование проведено в условиях недостаточности данных о реальном вертикальном и горизонтальном раскрытии трала в каждый момент времени для каждого траления. Кроме того, данные о продолжительности тралений и горизонтах хода трала

являются осредненными. Основной исходной информацией для сравнительной оценки эффективности работы тралов послужили данные промысловых журналов. Стоит отметить, что допущения, принятые в работе, позволяют проводить лишь сравнительный анализ работы тралов, но не получать абсолютные значения параметров их работы. Поэтому простота расчетов и доступность исходной информации являются как недостатком данной методики, так и ее достоинством.

В ходе проведенного сравнительного анализа работы разноглубинных тралов в условиях реального промысла в ИЭЗ Марокко в 2015-2016 гг. получены критерии уловистости для оценки эффективности работы тралов трех проектов для придонного и пелагического вариантов тралений. В результате оценки наибольшую эффективность по индексу уловистости показал трал «Сириус-1», имеющий наименьшие габариты, особенно ярко это проявляется при работе в придонном варианте. Учитывая габаритные размеры тралов можно сделать вывод о том, что для пелагических тралений наиболее целесообразно использовать трал «Сириус-4», имеющий самые большие габариты; для придонных тралений – трал «Сириус-1». Описанный выше придонный режим траления, а также особенности работы в этом режиме различных тралов, несомненно, должны быть более полно и всесторонне изучены в дальнейшем.

Список литературы

- Баранов Ф.И.* Избранные труды: В 3 т. М.: Пищевая промышленность, 1969. Т. 1. 720 с.
- Войниканис-Мирский В.Н.* Техника промышленного рыболовства. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. 487 с.
- Гербер Е.М.* Ресурсное обеспечение российского океанического рыболовства в промысловых районах Атлантического океана и результаты промысла в 2000–2016 годах // Труды АтлантНИРО. 2017. Новая серия. Т. 1, № 2. Калининград: АтлантНИРО. С. 74–89.
- Кадильников Ю.В.* Расчетная оценка улавливающих качеств трала: методические указания. Калининград: АтлантНИРО, 1986. 203 с.
- Розенштейн М.М.* Механика орудий рыболовства. Калининград: УОП КГТУ, 2000. 363 с.
- Фридман А.Л.* Теория и проектирование орудий промышленного рыболовства. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. 328 с.
- Попов С.В., Мысков А.С.* Методика оценки эффективности работы разноглубинных тралов при различных условиях их эксплуатации // Труды АтлантНИРО. 2017. Новая серия. Том 1, № 1. Калининград: АтлантНИРО. С. 153–158.