

А. А. Недоступ, В. В. Макаров

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПОГРУЖЕНИЯ НИЖНЕЙ ПОДБОРЫ МОДЕЛЕЙ КОШЕЛЬКОВОГО НЕВОДА В ГИДРОКАНАЛЕ ОАО «МАРИНПО»¹

Кошельковый невод является одним из самых популярных орудий лова, но механика невода изучена не до конца. Среди главных вопросов – скорость погружения нижней подборы кошелькового невода. Невозможность рассчитать время погружения нижней подборы влияет на конечный результат замета. Целью исследований являлся анализ экспериментальных данных погружения нижней подборы при боковом течении. Эксперименты проводились в декабре 2014 г. в гидроканале ОАО «МариНПО». На основании отчета об экспериментальных погружениях кошелькового невода размерами 740 × 225 м по чертежу 014-93-100 было построено 3 модели невода из сетематериалов с различными характеристиками. Заметы моделей проводились как на спокойной воде, так и при наличии течения, скорость потока воды составляла 0,2; 0,3 и 0,4 м/с. Экспериментальные заметы моделей без нагрузки показали, что скорость и глубина погружения практически не различаются. Увеличение нагрузки приводит к увеличению скорости и глубины погружения. Результаты экспериментов являются базой для усовершенствования математической модели по определению времени погружения нижней подборы кошелькового невода.

Ключевые слова: экспериментальные исследования, кошельковый невод, нижняя подбора, скорость погружения, глубина погружения.

Введение

Кошельковый невод – одно из самых популярных орудий лова, но механика невода изучена недостаточно. Среди главных вопросов, необходимость изучения которых очевидна, следует отметить вопрос о скорости погружения нижней подборы. Исследованиям механики кошелькового невода посвящены работы Ф. И. Баранова, Н. Н. Андреева, Н. Н. Виноградова, В. Н. Войниканиса-Мирского, А. Л. Фридмана, М. М. Розенштейна, Ю. Б. Юдовича, Н. Л. Великанова и ряда других авторов [1–8]. Благодаря их исследованиям были получены формулы для определения времени и скорости погружения нижней подборы кошельковых неводов без учета бокового течения.

Целью нашего исследования являлся анализ экспериментальных данных процесса погружения нижней подборы *при боковом течении*.

Методика проведения экспериментов

При разработке моделей кошелькового невода требовалось определить значения сплошности F_0 различных натуральных неводов, применяемых на практике в разных промысловых зонах. Для расчета сплошности F_0 были рассчитаны средневзвешенные значения шага ячеи, диаметра нитки, коэффициентов посадки (табл. 1).

Таблица 1

Расчет сплошности кошельковых неводов

Невод	Шаг ячеи a , м	Диаметр нитки $d \cdot 10^{-3}$, м	Сплошность F_0	Коэффициенты посадки	
				u_x	u_y
564 × 123 м (пр. 214.000)	0,017	1,082	0,128	0,661	0,75
615 × 112 м (пр. 248.000)	0,016	1,08	0,135	0,689	0,724
811 × 240 (пр. 278.000)	0,017	1,209	0,142	0,697	0,717
756 × 180 (пр. 279.000)	0,016	1,212	0,152	0,701	0,713
756 × 220 (пр. 281.000)	0,018	1,225	0,136	0,703	0,711
790 × 230 (пр. Эстрыбпром)	0,017	1,199	0,146	0,608	0,794
740 × 200	0,017	1,8	0,217	0,748	0,664
740 × 225	0,013	1,087	0,163	0,701	0,714

¹ Работа поддержана грантом РФФИ №15-08-00464-а «Математическое, физическое и имитационное моделирование сетных орудий рыболовства и аквакультуры».

Раскрой натуральных кошельковых неводов был взят из справочника «Орудия лова, применяемые на судах Западного бассейна» [9], отчетов «Определение скорости погружения кошельковых неводов» [10] и «Исследование гидродинамических сил, действующих на кошельковый невод» [11]:

Основой при постройке моделей послужил отчет натуральных испытаний 014-119-000 кошелькового невода размерами 740 × 225 по чертежу 014-93-100 [10]:

Длина верхней подборы, м	703,0
Длина нижней подборы, м	882,0
Максимальная высота невода в жгуте, м	225,0
Загрузка нижней подборы (штатная), кг	2199,0
Загрузка нижней подборы (с дополнительными грузилами), кг	2888,0

При разработке моделей кошелькового невода использовалась теория подобия и размерностей А. А. Недоступа [12]. Для проведения экспериментов было построено 3 модели кошелькового невода (табл. 2).

Таблица 2

Основные характеристики моделей кошелькового невода *

Модель	$L_{ж}$, м	$H_{ж}$, м	$L_{в.п}$, м	$H_{п}$, м	a , мм	d , мм	u_x	u_y	F_0
1	10	2,1	7	1,5	10,0	1,16	0,7	0,714	0,210
2					6,0	0,4			0,133
3					10,0	0,95			0,190

* $L_{ж}$ – длина верхней подборы в жгуте; $H_{ж}$ – высота невода в жгуте; $L_{в.п}$ – длина верхней подборы в посадке; $H_{п}$ – высота невода в посадке.

Сетематериал для моделей выбирался с учетом разной сплошности. Для моделей было рассчитано две загрузки, всего загрузок было три: 0Т (без загрузки – 0 кг), 1Т (стандартная загрузка – 0,241 кг), 1,5Т (загрузка, увеличенная по сравнению со стандартной на 50 %, – 0,317 кг).

Погружения неводов проводились в гидроканале ОАО «МариНПО», построенном в 1979 г. специально для экспериментов в области гидромеханики орудий промышленного рыболовства (рис. 1).

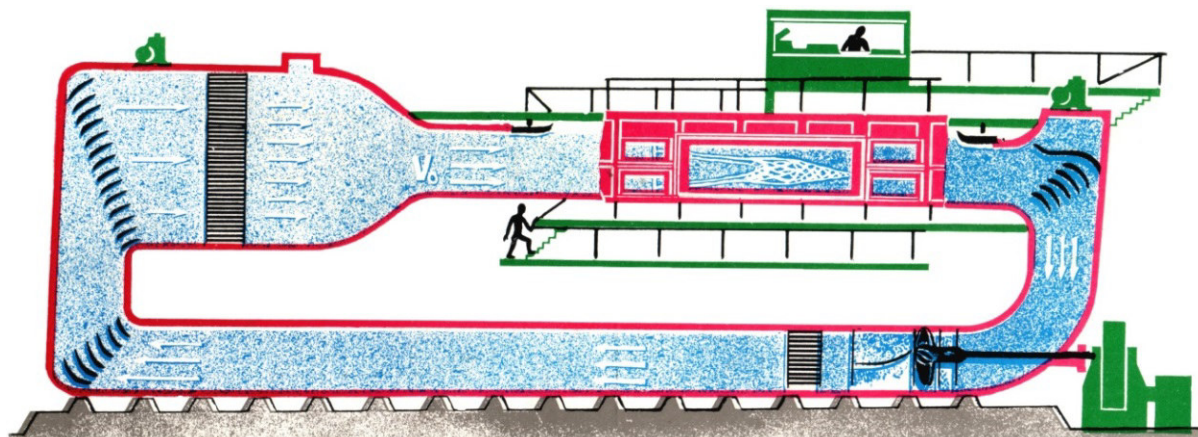


Рис. 1. Гидроканал ООО «МариНПО» в разрезе

Для замета использовалась специальная поворотная установка. Поворачивая установку вокруг вертикальной оси, можно расположить первую лопатку в любой точке траектории замета модели невода. В качестве характерной траектории замета берется окружность. На экспериментальной установке для исследования работы кошельковых неводов первая лопатка соответствует носу, последняя лопатка – корме промышленного судна (рис. 2).

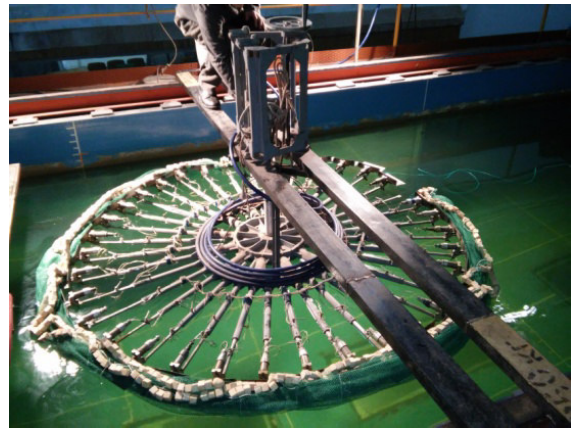
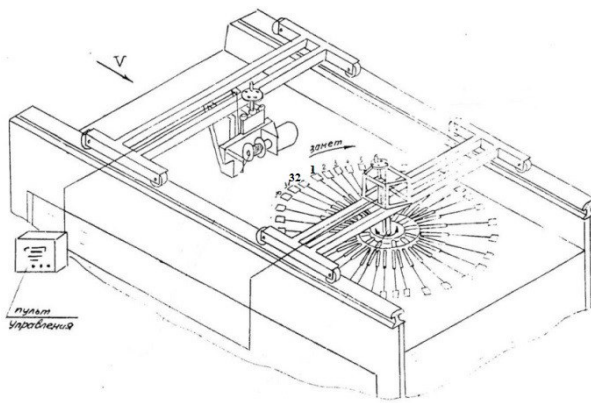


Рис. 2. Заметная площадка

Процесс замета осуществлялся по направлению течения, время замета моделей составляло 2 секунды.

Для фиксации процесса погружения была установлена камера, в дальнейшем по видеозаписям определялась глубина погружения нижней подборы модели невода (рис. 3).

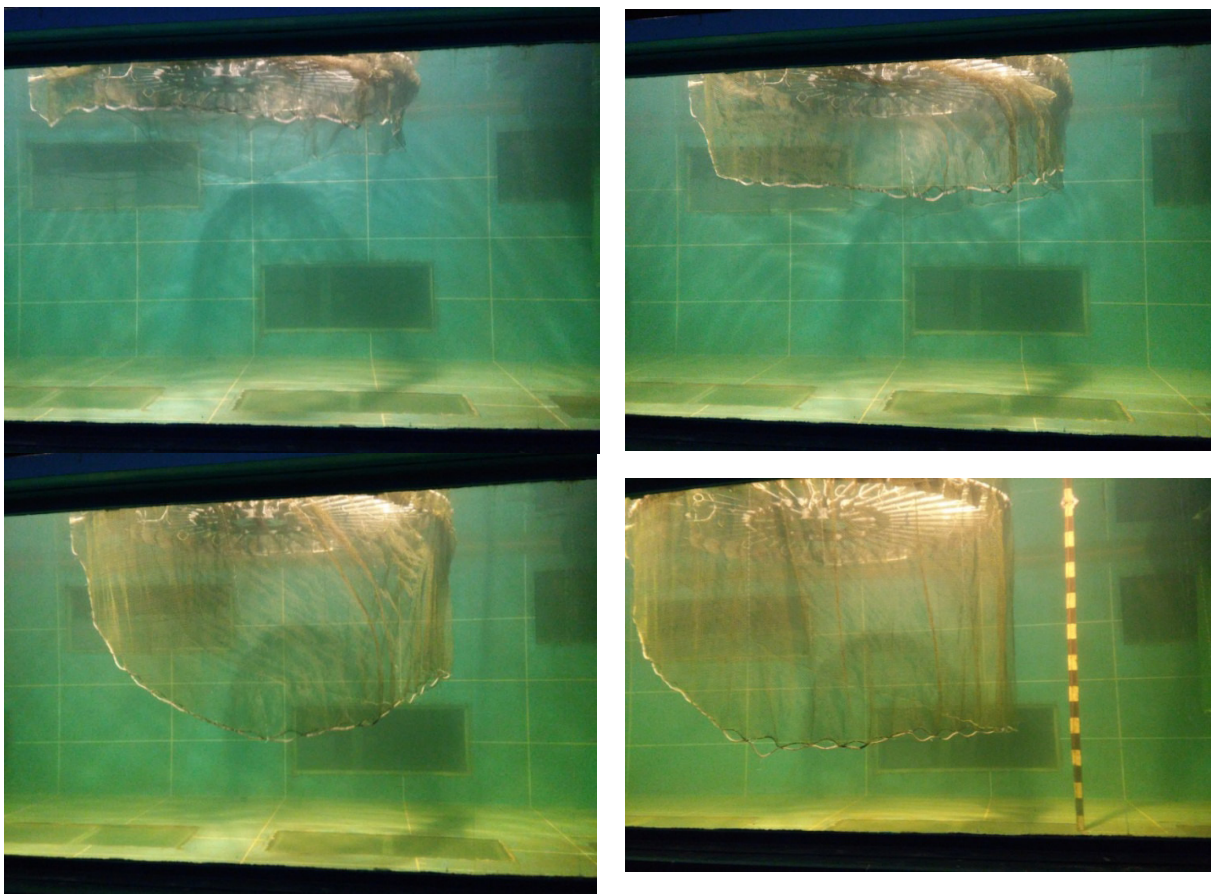


Рис. 3. Погружение модели кошелькового невода

Заметы проводились как на спокойной воде, так и на течении со скоростью потока 0,2; 0,3 и 0,4 м/с (рис. 4).

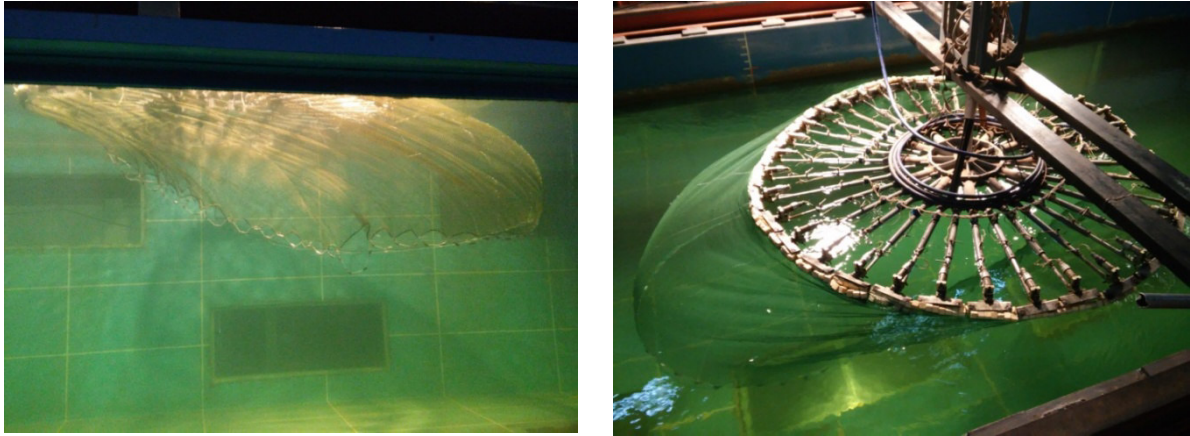


Рис. 4. Модель кошелькового невода на течении

Результаты экспериментов изображены на графиках зависимости глубины погружения моделей от времени при загрузке нижней подборы 0Т, 1Т, 1,5Т без течения и с течением V_T : 0,2; 0,3 и 0,4 м/с (рис. 5–7).

На рис. 5 показаны результаты погружения модели 1.

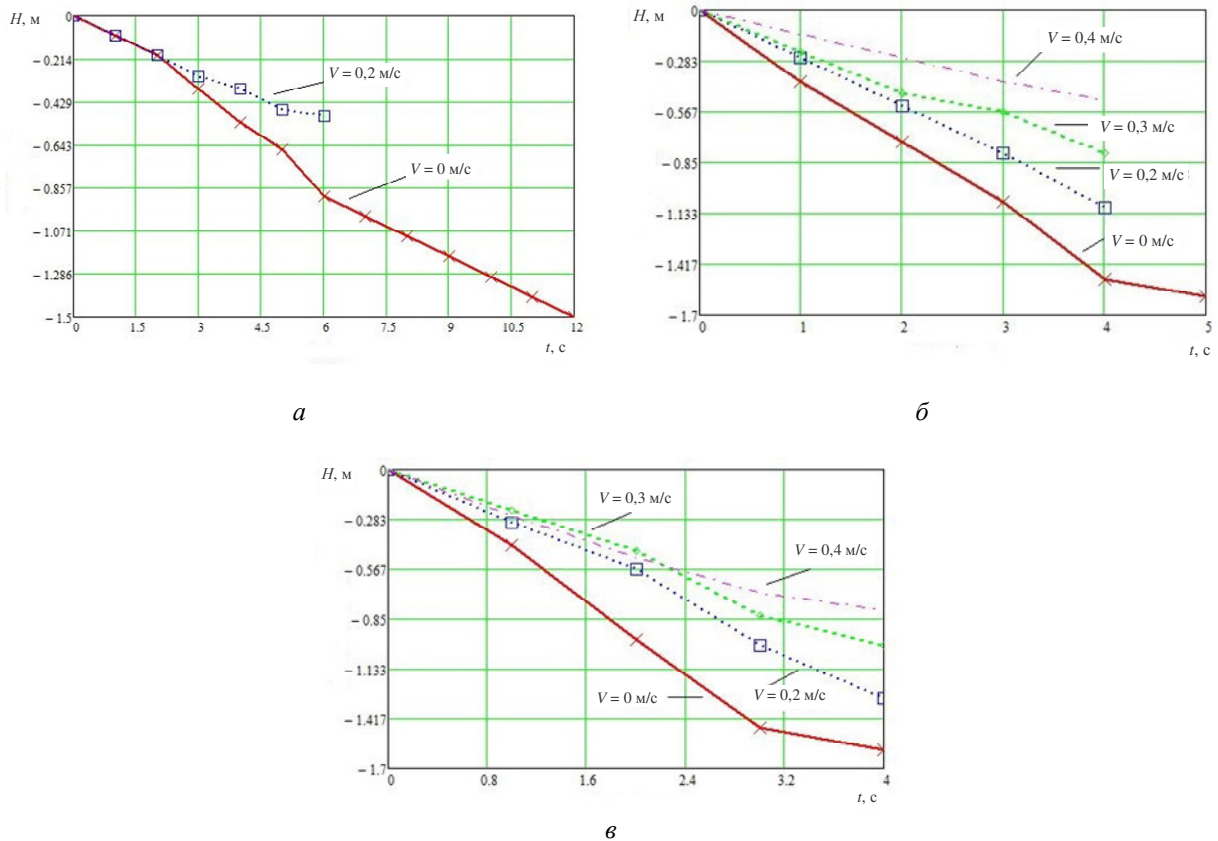


Рис. 5. График зависимости $H = f(V_T)$ при загрузке:
а – 0Т; б – 1Т; в – 1,5Т

На рис. 6 показаны результаты погружения модели 2.

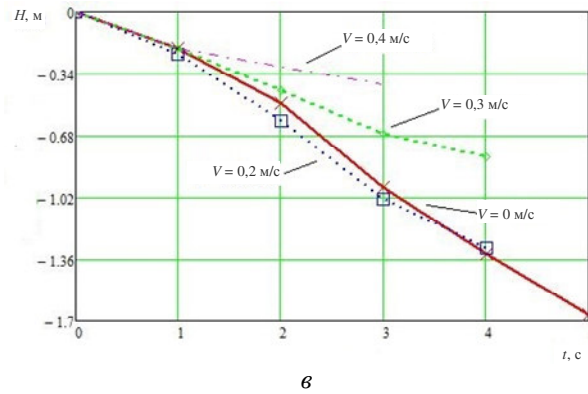
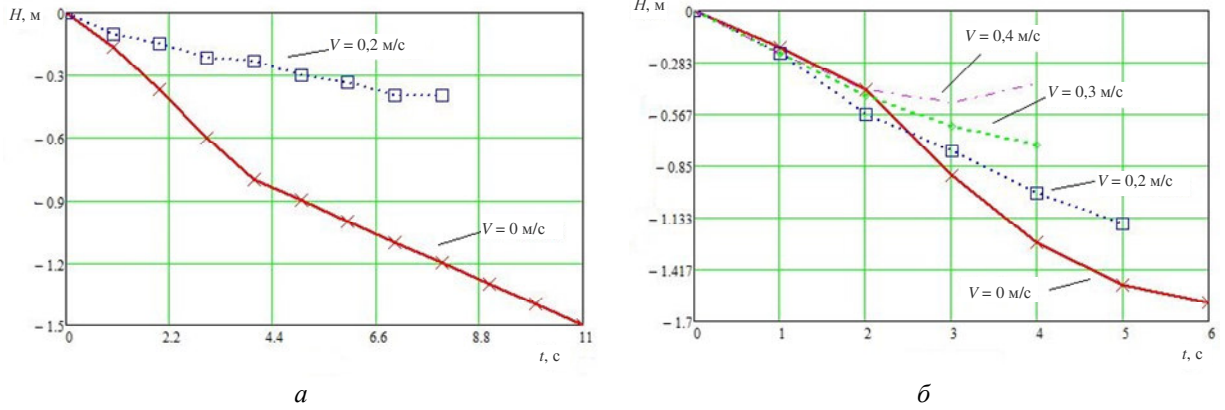


Рис. 6. График зависимости $H = f(V_T)$ при загрузке:
а – 0Т; б – 1Т; в – 1,5Т

На рис. 7 показаны результаты погружения модели 3.

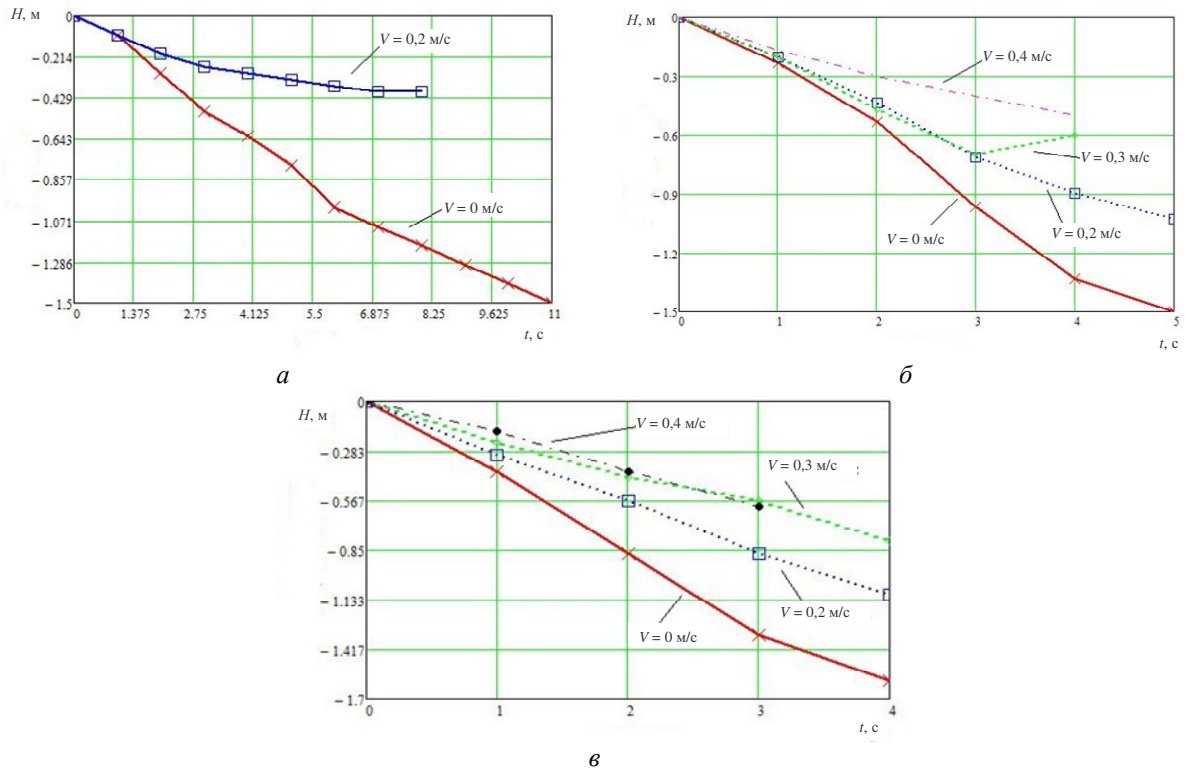


Рис. 7. График зависимости $H = f(V_T)$ при загрузке:
а – 0Т; б – 1Т; в – 1,5Т

Анализ полученных зависимостей показал следующее.

1. Скорость и глубина погружения при экспериментальных заметах моделей без загрузки (0Т) практически не различаются.

2. При увеличении загрузки на 50 % (с 1Т до 1,5Т) скорость погружения увеличивается в среднем на 25–27 %.

3. При увеличении загрузки на 50 % (с 1Т до 1,5Т) глубина погружения увеличивается в среднем на 13 % при $V_T = 0,2$ м/с, на 25 % – при $V_T = 0,3$ м/с, на 26 % – при $V_T = 0,41$ м/с.

4. Глубина погружения нижней подборы модели различается в зависимости от V_T : при $V_T = 0,2$ м/с – на 10–16 %, при $V_T = 0,3$ м/с – на 14–30 %, при $V_T = 0,4$ м/с – на 20–50 %.

Заключение

Для экспериментальных исследований процесса погружения нижней подборы кошелькового невода в гидроканале ОАО «МариНПО» было построено 3 модели. Заметы проводились как на спокойной воде, так и на течении со скоростью потока 0,2; 0,3 и 0,4 м/с.

По результатам экспериментов были сделаны следующие выводы:

– при экспериментальных заметах моделей без загрузки (0Т) скорость и глубина погружения практически не различаются;

– при увеличении загрузки на 50 % (с 1Т до 1,5Т) скорость погружения увеличивается в среднем на 25–27 %;

– при увеличении загрузки на 50 % (с 1Т до 1,5Т) глубина погружения увеличивается в среднем на 13 % при $V_T = 0,2$ м/с, на 25 % – при $V_T = 0,3$ м/с, на 26 % – при $V_T = 0,41$ м/с;

– глубина погружения нижней подборы модели различается в зависимости от V_T : при $V_T = 0,2$ м/с – на 10–16 %, при $V_T = 0,3$ м/с – на 14–30 %, при $V_T = 0,4$ м/с – на 20–50 %.

Полученные экспериментальные данные будут необходимы в дальнейшем для вывода зависимости времени погружения нижней подборы кошелькового невода от течения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранов Ф. И. Техника промышленного рыболовства / Ф. И. Баранов. М.: Пищепромиздат, 1969. 656 с.
2. Андреев Н. Н. Проектирование кошельковых неводов / Н. Н. Андреев. М.: Пищ. пром-сть, 1970. 278 с.
3. Виноградов Н. Н. Скорость погружения нижней подборы кошелькового невода / Н. Н. Виноградов // Работы Черноморской научно-промысловой экспедиции: Тр. Аз-ЧерНИРО. Симферополь: Крымиздат, 1950. С. 89–142.
4. Войниканис-Мирский В. Н. Техника промышленного рыболовства / В. Н. Войниканис-Мирский. М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1983. 488 с.
5. Фридман А. Л. Теория и проектирование орудий промышленного рыболовства / А. Л. Фридман. М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1981. 238 с.
6. Фридман А. Л. Сборник задач и упражнений по теории и проектированию орудий промышленного рыболовства / А. Л. Фридман, М. М. Розенштейн. М.: Агропромиздат, 1987. 256 с.
7. Юдович Ю. Б. Техника промысла кошельковыми неводами / Ю. Б. Юдович. Калининград: Кн. изд-во, 1971. 64 с.
8. Великанов Н. Л. Механика системы «кошельковый невод – промысловое судно» / Н. Л. Великанов, С. И. Корягин. Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2012. 250 с.
9. Орудия лова, применяемые на судах Западного бассейна. Клайпеда: ЦПКТБ Кл. ф. ВРПО «За-прыба», 1990. 152 с.
10. Определение скорости погружения кошельковых неводов: отчет 014-119-000. 1986. 17 с.
11. Исследование гидродинамических сил, действующих на кошельковый невод: отчет о НИР; рук. Белов В. А., 2818 НИО. Калининград: НПО промысловства, 1986. 63 с.
12. Недоступ А. А. Экспериментальная гидромеханика орудий рыболовства / А. А. Недоступ. М.: Моркнига, 2014. 363 с.

Статья поступила в редакцию 20.03.2015

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Недоступ Александр Алексеевич – Россия, 236022, Калининград; Калининградский государственный технический университет; канд. техн. наук, доцент; зав. кафедрой «Промышленное рыболовство»; nedostup@kigtu.ru.

Макаров Вячеслав Валерьевич – Россия, 236022, Калининград; Калининградский государственный технический университет; аспирант кафедры «Промышленное рыболовство»; p1nkyrulezzz@inbox.ru.



A. A. Nedostup, V. V. Makarov

**EXPERIMENTAL STUDIES
OF THE PROCESS OF IMMERSION OF BOTTOM ROPE
OF PURSE SEINE MODEL
IN THE WATER CHANNELS OF "MARINPO"**

Abstract. Purse seine is one of the most popular fishing gear, but the mechanics of nets are not fully known. One of the main issues is the speed of immersion of the bottom rope of the purse seine. Inability to calculate the time of immersion of the bottom rope affects the final result of draught. The aim of this work was to analyze the experimental data of the immersion of the bottom rope provided at lateral flow. The experiments were carried out in December 2014 in hydraulic canals of "MariNPO". Based on the report of the experimental immersions of purse seine 740 × 225 m in accordance with the drawing 014-93-100 there were built 3 models of seine from nettings of different characteristics. Draughts of the models were made both on calm water and in the presence of flow, the flow rate was: 0.2; 0.3 and 0.4 m/s. The experimental draughts of the models without load showed that the rate and depth of the immersion are practically the same. The increase in the load leads to the increase in the rate and depth of the immersion. The results of the experiments are the basis for further work to determine the rate of immersion of the bottom rope of the purse seine.

Key words: experimental research, purse seine, bottom rope, rate of immersion, depth of immersion.

REFERENCES

1. Baranov F. I. *Tekhnika promyshlennogo rybolovstva* [Commercial fishing technique]. Moscow, Pishchepromizdat, 1969. 656 p.
2. Andreev N. N. *Proektirovanie koshel'kovykh nevodov* [Design of purse seines]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1970. 278 p.
3. Vinogradov N. N. Skorost' pogruzheniia nizhnei podbory koshel'kovogo nevida [Immersion rate of the bottom rope of the purse seine]. *Raboty Chernomorskoj nauchno-promyslovoi ekspeditsii: Trudy Az-CherNIRO*. Simferopol, Krymizdat, 1950. P. 89–142.
4. Voinikanis-Mirskii V. N. *Tekhnika promyshlennogo rybolovstva* [Commercial fishing technique]. Moscow, Legkaia i pishchevaia promyshlennost' Publ., 1983. 488 p.
5. Fridman A. L. *Teoriia i proektirovanie orudii promyshlennogo rybolovstva* [Theory and design of tools for industrial fishing]. Moscow, Legkaia i pishchevaia promyshlennost' Publ., 1981. 238 p.
6. Fridman A. L., Rozenshtein M. M. *Sbornik zadach i uprazhnenii po teorii i proektirovaniuu orudii promyshlennogo rybolovstva* [Collection of the problems and exercises in the theory and design of tools for industrial fishing]. Moscow, Agropromizdat, 1987. 256 p.
7. Iudovich Iu. B. *Tekhnika promysla koshel'kovymi nevodami* [Appliances for fishing purse seines]. Kaliningrad, Knizhnoe izd-vo, 1971. 64 p.
8. Velikanov N. L., Koriagin S. I. *Mekhanika sistemy «koshel'kovyi nevod – promyslovoe sudno»* [Mechanics of the "purse seine – fishing vessel"]. Kaliningrad, Izd-vo BFU im. I. Kanta, 2012. 250 p.
9. *Orudiia lova, primeniaemye na sudakh Zapadnogo basseina* [Fishing gear used on board ships of the Western Basin]. Klaipeda, TsPKTB Kl. f. VRPO «Zapryba», 1990. 152 p.
10. *Opredelenie skorosti pogruzheniia koshel'kovykh nevodov: otchet 014-119-000* [Report 014-119-000: Definition of immersion rate of purse seines]. 1986. 17 p.

11. *Issledovanie gidrodinamicheskikh sil, deistvuiushchikh na koshel'kovyi nevod* [Investigation of hydrodynamic forces acting on the purse seine]. *Otchet o nauchno-issledovatel'skoi rabote*. Rukovoditel' Belov V. A., 2818 NIO. Kaliningrad, NPO promrybolovstva, 1986. 63 p.

12. Nedostup A. A. *Eksperimental'naya gidromekhanika orudii rybolovstva* [Experimental fluid mechanics fishing gear]. Moscow, Morkniga Publ., 2014. 363 p.

The article submitted to the editors 20.03.2015

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Nedostup Alexander Alekseevich – Russia, 236022, Kaliningrad; Kaliningrad State Technical University; Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor; Head of the Department "Commercial Fishery"; nedostup@kgtu.ru.

Makarov Vyacheslav Valerievich – Russia, 236022, Kaliningrad; Kaliningrad State Technical University; Postgraduate Student of the Department "Commercial Fishery"; plnkyrulezzz@inbox.ru.

