

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АКВАКУЛЬТУРА И ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО

Научная статья
УДК 639.2.081
DOI: doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2024-70-16
EDN: TEBQVO

Оценка влияния угла обхвата сетным жгутом желобчатого барабана на тягово-цепные характеристики

Михаил Валерьевич Савин¹, Александр Андреевич Чебушев²,
Карина Андреевна Терентьева³, Екатерина Евгеньевна Львова⁴

^{1, 2, 3, 4} Калининградский государственный технический университет, Калининград,
Россия

¹ savin@fishing.com

² copypastof@gmail.com

³ karinaterenteva03@mail.ru

⁴ ekaterina.lvova@klgtu.ru

Аннотация. Основной целью данной статьи является исследование влияния факторов, характеризующих промысловую машину и элементы орудия рыболовства на тягово-цепные характеристики промысловой машины с желобчатым барабаном. Основными факторами, характеризующими промысловую машину с желобчатым барабаном, являются угол обхвата и характеристики сетных жгутов (площадь поперечного сечения, нагрузка сбегавшей ветви). Были составлены таблицы результатов проведённых экспериментов, а также построены графические зависимости, а также получены зависимости тягово-цепных характеристик промысловой машины от характеристик жгутов, от угла обхвата. По результатам экспериментальных исследований были получены аппроксимирующие зависимости тягово-цепных характеристик промысловой машины. Данные зависимости позволят принимать соответствующие рекомендации практическому применению таких машин.

Ключевые слова: промысловая машина, желобчатый барабан, тягово-цепные характеристики, сетной жгут, угол обхвата

Благодарности: отдельную благодарность выражаем Федорову Андрею Николаевичу генеральному директору ООО «Фишеринг Сервис» за предоставленную помощь в проведении эксперимента, за предоставленное оборудование и место проведения эксперимента.

Финансирование: исследование выполнено в рамках выполнения государственного задания по теме «Разработка физических, математических и предсказательных моделей процессов эксплуатации донного и разноглубинного траловых комплексов».

Для цитирования: Савин М. В., Чебушев А. А., Терентьева К. А., Львова Е. Е. Оценка влияния угла обхвата сетным жгутом желобчатого барабана на тягово-цепные характеристики // Научные труды Дальрыбвтуза. 2024. Т. 70, № 4. С. 158–168.

FISHERIES, AQUACULTURE AND COMMERCIAL FISHERIES

Original article

Evaluation of the influence of the wrap angle of a network harness on the traction and coupling characteristics of a grooved drum

Mikhail V. Savin¹, Alexander A. Chebushev², Karina A. Terenteva³,
Ekaterina E. Lvova⁴

^{1, 2, 3, 4} Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

¹ savin@fishering.com

² copypastof@gmail.com

³ karinaterenteva03@mail.ru

⁴ ekaterina.lvova@klgtu.ru

Abstract. The main purpose of this article is to study the influence of factors characterizing a fishing machine and fishing gear elements on the traction characteristics of a fishing machine with a grooved drum. The main factors characterizing a fishing machine with a grooved drum are the girth angle and characteristics of the mesh bundles (cross-sectional area, loading of the escaping branch). Tables of the results of the experiments were compiled, as well as graphical dependencies were constructed, and the dependencies of the traction characteristics of the fishing machine on the characteristics of the harnesses, on the girth angle were obtained. According to the results of experimental studies, approximating dependences of the traction characteristics of the fishing machine were obtained. These dependencies allow us to make appropriate recommendations for the practical use of such machines.

Keywords: fishing machine, grooved drum, traction characteristics, netting harness, girth angle

Acknowledgments: we would like to express our special gratitude to Andrey Fedorov, General Director of LLC "Fishing Service" for the assistance provided in conducting the experiment, for the equipment provided and the place of the experiment.

Funding: the research was carried out within the framework of the state task on the topic "Development of physical, mathematical and predictive models of the processes of operation of bottom and multi-depth trawl complexes".

For citation: Savin M. V., Chebushev A. A., Terenteva K. A., Lvova E. E. Evaluation of the influence of the wrap angle of a network harness on the traction and coupling characteristics of a grooved drum. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2024; 70(4): 158–168. (In Russ.).

Введение

Принцип работы промысловых машин с желобчатыми барабанами основан на взаимодействии орудий рыболовства с поверхностью рабочего органа. Было установлено на практике, что на тягово-сцепные характеристики промысловых машин оказывают влияние различного рода факторы, характеризующие как промысловую машину, так и орудие рыболовства, а также режим их работы. Практика показывает, что зачастую промысловые машины подобного типа недоиспользуют приводную мощность, так как наблюдается проскальзывание сетного жгута, что в некоторых случаях приводит к неравномерной выборке сетного полотна, а иногда и к оплавлению и порывам сетных жгутов. Многие исследователи посвящали свои работы изучению процессов трения на рабочих поверхностях промысловых машин, в частности, Ю. Б. Баранов, С. И. Полуляк, В. М. Гиренко, П. А. Курапцев, В. М. Кириллов, М. Я. Гройсман, Я. М. Гукало и др. [1–7]

Исследования проводились на различных натуральных моделях и установках, однако методика, которая бы могла дать возможность получить зависимости тягово-цепных характеристик от влияющих факторов и режима работы промысловых комплексов подобного типа, не было получено. По данной причине появилась необходимость проведения дополнительных исследований. Полученные зависимости позволят предложить различные рекомендации по повышению тягово-цепных характеристик машины.

Цели и задачи

Целью данной работы является изучение зависимости от характеристик сетных жгутов с учётом изменения угла обхвата и загрузки сбегавшей ветви. Исследования выполнялись на базе фирмы ООО «Фишеринг Сервис», на предоставленном оборудовании.

Для решения данной задачи была разработана методика, включающая следующие этапы:

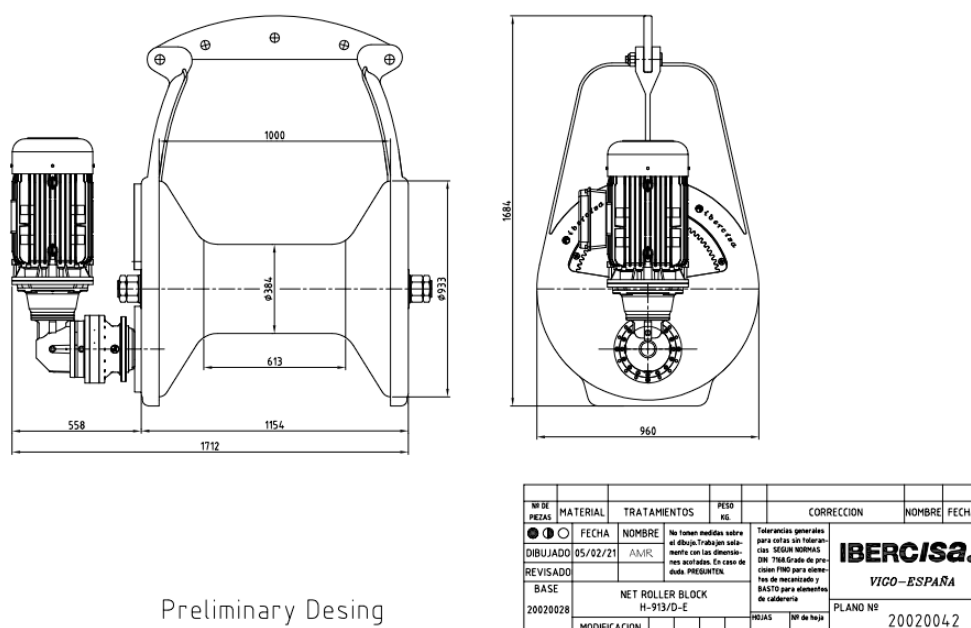
1) выбор экспериментального оборудования. В данной работе была выбрана Net Roller Block (подвесная машина для выборки неводов) (рис. 1–2), машина активно используется на предприятии ООО «Фишеринг Сервис». Технические характеристики: радиальная скорость – 24 м/мин, максимальное тяговое усилие – 12 кН, мощность мотора – 8 кВт;

2) подготовка и изготовление экспериментальных образцов. В качестве образцов были взяты сетные жгуты с одним фабричным размером ячеи и разной площадью сечения, которая изменялась благодаря увеличению площади сечения жгутов путём увеличения количества жгутов от 1 до 4. Для проведения эксперимента была использована дель с размером ячеи (a) = 45 мм, площадь поперечного сечения ($S_{\text{плоч.}}$) = 3,5 см²;

3) подготовка измерительной аппаратуры. В качестве измерительных приборов были выбраны электронный динамометр с максимальным тяговым усилием 50 кН (рис. 3), предоставленный предприятием ООО «Фишеринг Сервис», для измерения тягового усилия и фотоэлементы для фиксации результатов измерения

4) порядок проведения испытаний;

5) занесение результатов испытаний в таблицу.



Preliminary Desing

Рис. 1. Чертёж Net Roller Block. Составлено авторами
 Fig. 1. Net RollerBlock drawing. Compiled by the authors



Рис. 2. Net Roller Block. Фото сделано авторами
Fig. 2. Net RollerBlock. The photo was taken by the authors

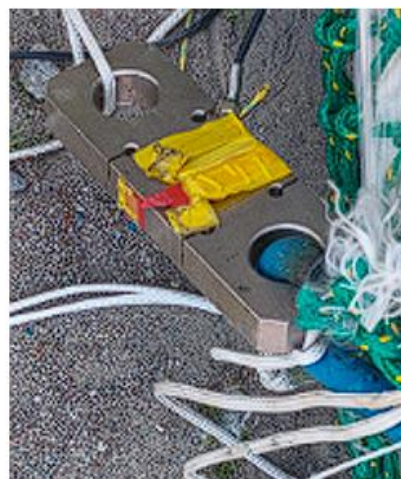


Рис. 3. Электронный динамометр с максимальным тяговым усилием 50 kN.
Фото сделано авторами
Fig. 3. An electronic dynamometer with a maximum pulling force of 50 kN.
The photo was taken by the authors

Порядок проведения испытаний

Жгут проводился через желобчатый барабан невоковыборочной машины. Для измерения силы тяги динамометр одним концом прикреплялся к палубе, а другим – к набегающей ветви. Далее на сбегающую ветвь жгута присоединялись грузы. После выполнения всех подготовительных работ включалась невоковыборочная машина на постоянной скорости. Площадь жгута изменялась в результате накладывания нескольких жгутов друг на друга, количество

жгутов изменялось (1–4 жгута), а также изменился угол обхвата рабочего органа сетным жгутом, проводились замеры тягового усилия для каждого изменения площади жгута и угла обхвата (рис. 4). Для каждого из четырёх жгутов проводились замеры при различной загрузке от 0 до 8,9 кг. Каждый экспериментальный замер проводился по 10 раз для выведения среднего значения, результаты исследований заносились в таблицу. По результатам исследований, представленных в таблице, для наглядности физического процесса были построены графики зависимости тягового усилия набегающей ветви от загрузки сбегающей ветви 0–8,9 кг (рис. 6–9) для различного количества жгутов от 1 до 4.

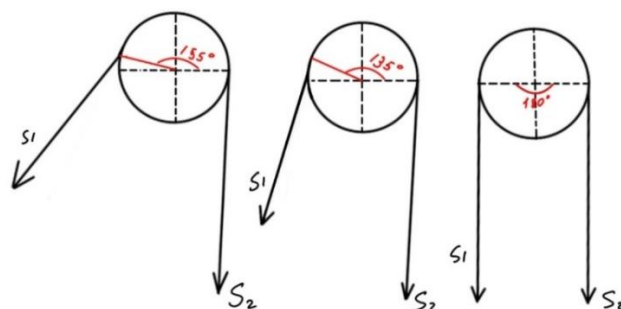


Рис. 4. Изменение угла обхвата сетным жгутом фрикционного рабочего органа.
Составлено авторами

Fig. 4. Changing the girth angle with a hay harness of the friction working body. Compiled by the authors

Таблица 1

Экспериментальные данные (средние значения)

Table 1

Experimental data (average values)

Загрузка сбегающей ветви, kN (S_2)	Тяговое усилие, kN (Pэ)			
	Один жгут	Два жгута	Три жгута	Четыре жгута
Угол обхвата 135°				
0	0,05	0,15	0,25	0,35
0,004	0,15	0,3	0,3	0,4
0,009	0,2	0,35	0,4	0,5
0,049	0,7	0,85	0,85	0,9
0,089	1,2	1,3	1,4	1,6
Угол обхвата 155°				
0	0,15	0,2	0,25	0,3
0,004	0,25	0,35	0,35	0,55
0,009	0,4	0,45	0,45	0,6
0,049	0,9	1	1,2	1,4
0,089	1,35	1,5	1,7	1,85
Угол обхвата 180°				
0	0,2	0,5	0,55	0,7
0,004	0,25	0,7	0,75	0,85
0,009	0,5	0,9	0,95	1
0,049	1	1,5	1,7	1,8
0,089	2	2,3	2,6	2,7

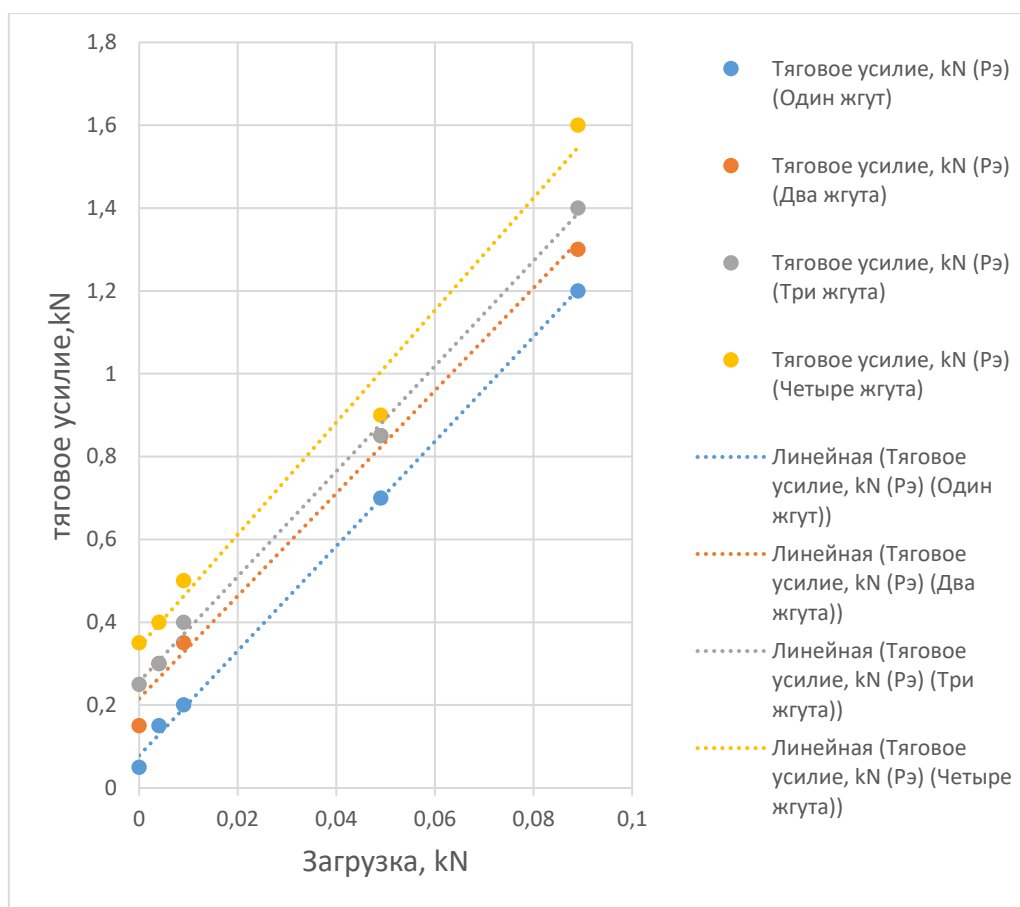


Рис. 5. График зависимости тягового усилия набегающей ветви от загрузки сбегающей ветви при угле обхвата 135°. Составлено авторами

Fig. 5. Graph of the dependence of the pulling force of the incoming branch on the loading of the escaping branch at a girth angle of 135°. Compiled by the authors

С целью аппроксимации полученного графика (рис. 5), при помощи метода наименьших квадратов, были получены математические зависимости тягового усилия набегающей ветви от загрузки сбегающей ветви для различных площадей поперечного сечения жгута ($S_{\text{пл.}}$):

площадь поперечного сечения жгута ($S_{\text{пл.}}$) – 3,5 см² (один жгут):

$$P_p = 12,64 * S_2 + 0,08; \quad (1)$$

площадь поперечного сечения жгута ($S_{\text{пл.}}$) – 7 см² (два жгута):

$$P_p = 12,39 * S_2 + 0,22; \quad (2)$$

площадь поперечного сечения жгута ($S_{\text{пл.}}$) – 10,5 см² (три жгута):

$$P_p = 12,70 * S_2 + 0,26; \quad (3)$$

площадь поперечного сечения жгута ($S_{\text{пл.}}$) – 14,1 см² (четыре жгута):

$$P_p = 13,54 * S_2 + 0,36, \quad (4)$$

где S_2 – загрузка сбегающей ветви, Кн;

P_p – расчётное тяговое усилие на набегающей ветви.

Данные зависимости применимы к вычислению при следующих условиях:

1. Температура окружающей среды – 23 °С.
2. Угол обхвата желобчатого барабана – 135°.
3. Состояние сетного жгута – сухое.
4. Загрузка сбегающей ветви (S_2)– 0–89 kN.

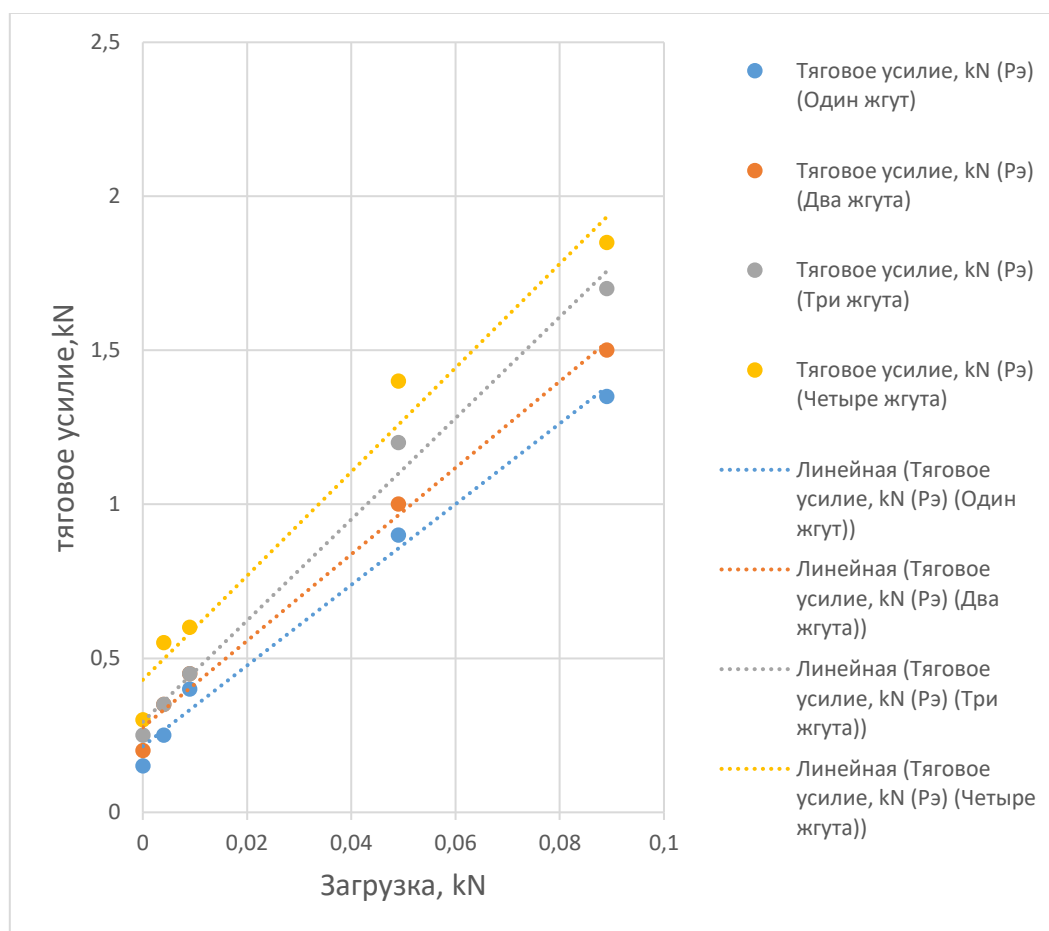


Рис. 6. График зависимости тягового усилия набегающей ветви от загрузки сбегающей ветви при угле обхвата 155°. Составлено авторами

Fig. 6. Graph of the dependence of the pulling force of the incoming branch on the loading of the escaping branch at a girth angle of 155°. Compiled by the authors

С целью аппроксимации полученного графика (рис. 6), при помощи метода наименьших квадратов, были получены математические зависимости тягового усилия набегающей ветви от загрузки сбегающей ветви для различных площадей поперечного сечения жгута ($S_{\text{плоч.}}$):

площадь поперечного сечения жгута ($S_{\text{плоч.}}$) – 3,5 см² (один жгут):

$$P_p = 13,10 * S_2 + 0,21; \quad (5)$$

площадь поперечного сечения жгута ($S_{\text{плоч.}}$) – 7 см² (два жгута):

$$P_p = 14,04 * S_2 + 0,28; \quad (6)$$

площадь поперечного сечения жгута ($S_{\text{плоч.}}$) – 10,5 см² (три жгута):

$$P_p = 16,43 * S_2 + 0,29; \quad (7)$$

площадь поперечного сечения жгута ($S_{\text{плоч.}}$) – 14,1 см² (четыре жгута):

$$P_p = 16,88 * S_2 + 0,43, \quad (8)$$

где S_2 – загрузка сбегающей ветви, кН;

P_p – расчётное тяговое усилие на набегающей ветви.

Данные зависимости применимы к вычислению при следующих условиях:

1. Температура окружающей среды – 23 °С.
2. Угол обхвата желобчатого барабана – 135°.
3. Состояние сетевого жгута – сухое.
4. Загрузка сбегаящей ветви (S_2)– 0–89 кН.

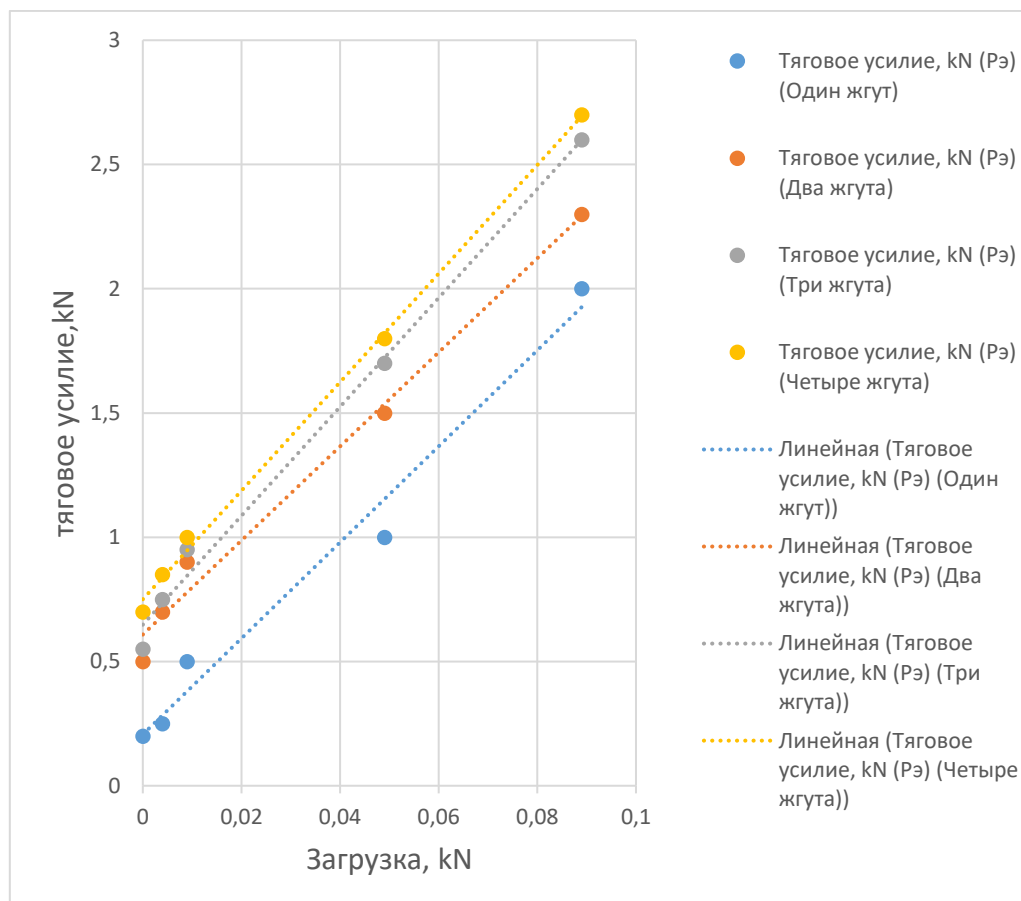


Рис. 7. График зависимости тягового усилия набегающей ветви от загрузки сбегаящей ветви при угле обхвата 180°. Составлено авторами

Fig. 7. Graph of the dependence of the pulling force of the incoming branch on the loading of the escaping branch at a girth angle of 180°. Compiled by the authors

С целью аппроксимации полученного графика (рис. 7), при помощи метода наименьших квадратов, были получены математические зависимости тягового усилия набегающей ветви от загрузки сбегаящей ветви для различных площадей поперечного сечения жгута ($S_{\text{пл.}}$):

площадь поперечного сечения жгута ($S_{\text{пл.}}$) – 3,5 см^2 (один жгут):

$$P_p = 19,32 * S_2 + 0,21; \quad (9)$$

площадь поперечного сечения жгута ($S_{\text{пл.}}$) – 7 см^2 (два жгута):

$$P_p = 18,93 * S_2 + 0,61; \quad (10)$$

площадь поперечного сечения жгута ($S_{\text{пл.}}$) – 10,5 см^2 (три жгута):

$$P_p = 21,92 * S_2 + 0,65; \quad (11)$$

площадь поперечного сечения жгута ($S_{\text{пл.}}$) – 14,1 см^2 (четыре жгута):

$$P_p = 21,85 * S_2 + 0,75, \quad (12)$$

где S_2 – загрузка сбегаящей ветви, кН;

P_p – расчётное тяговое усилие на набегающей ветви.

Данные зависимости применимы к вычислению при следующих условиях:

1. Температура окружающей среды – 23 °С.
2. Угол обхвата желобчатого барабана – 135°.
3. Состояние сетевого жгута – сухое.
4. Загрузка сбегаящей ветви (S_2)– 0–89 kN.

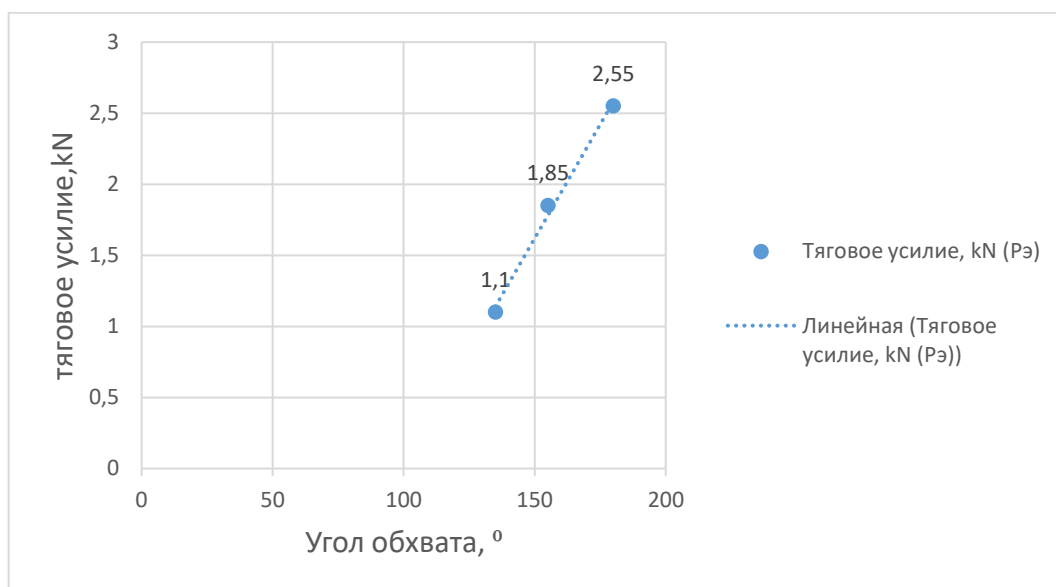


Рис. 8. График зависимости тягового усилия набегающей ветви от угла обхвата при массе загрузки сбегаящей ветви 8,9 кг, площади поперечного сечения 14,1 см² (четыре жгута).

Составлено авторами

Fig. 8. Graph of the dependence of the pulling force of the incoming branch on the girth angle with a loading weight of the escaping branch 8.9 kg, cross-sectional area 14.1 cm² (four bundles).

Compiled by the authors

С целью аппроксимации полученного графика (рис. 8), при помощи метода наименьших квадратов, были получены математические зависимости тягового усилия набегающей ветви от угла обхвата рабочего органа сетным жгутом:

$$P_p = 0,03 * \left(\frac{1}{\text{град}}\right) * \alpha - 3,19, \quad (13)$$

где α – значение угла в град;

P_p – расчётное тяговое усилие на набегающей ветви.

Данная формула применима к вычислению при определённых условиях:

1. Температура окружающей среды – 23 °С.
2. Состояние сетевого жгута – сухое.
3. Загрузка сбегаящей ветви (S_2) – 89 kN.
4. Площадь поперечного сечения жгута ($S_{\text{пл.}}$) – 14,1 см².

Результаты обсуждений

Выявление тягово-цепных характеристик фрикционных рабочих органов необходимо для обеспечения оптимизации проектирования рыбопромысловых оборудований, оценки работоспособности и улучшения эксплуатационных характеристик рыбопромысловых механизмов, что позволяет повысить производительность и увеличить износостойкость сетных материалов в промысле. Изучение тягово-цепных характеристик фрикционных органов является ключевым элементом в повышении эффективности, механизации и безопасности при работе с рыбопромысловым оборудованием.

Заключение

По результатам исследований можно сделать вывод, что зависимость тягового усилия промысловых машин с желобчатыми барабанами зависит следующим образом от таких параметров:

1. Угол обхвата. От увеличения угла обхвата на 20° сетным жгутом тягово-сцепные характеристики желобчатого барабана увеличиваются в 1,8 раза, а при увеличении угла обхвата на 45° тягово-сцепные характеристик увеличиваются в 2,3 раза.

2. Площадь поперечного сечения жгута. Чем выше площадь, тем выше тяговое усилие. При увеличении площади в 4 раза тяговое усилие возрастает в 2,5 раза.

3. Загрузка сбегавшей ветви. Увеличивая загрузку на сбегавшей ветви в 9 раз, тяговое усилие на набегавшей ветви возрастает в 9 раз.

4. При помощи аппроксимации были получены аналитические зависимости, которые позволяют описать воздействие различных факторов на тяговые усилия фрикционных органов промысловых механизмов. Так, наибольшее влияние на тяговое, как показали результаты экспериментов, влияет загрузка сбегавшей ветви. Остальные параметры находятся в возрастающих пределах, но имеют не такое сильное влияние.

Список источников

1. Экспериментальное определение зависимостей коэффициентов трения скольжения от характеристик фрикционных органов рыбопромысловых машин и орудий рыболовства : дис. ... канд. техн. наук: 05.18.17 / Суконнов Анатолий Владимирович. Калининград, 2009. 215 с.

2. Недоступ А. А., Орлов Е. К. Исследование статического коэффициента трения рыболовных канатно-веревочных изделий на барабане механизма фрикционного типа // Трение и износ. 2010. Т. 31, № 4. С. 403–411.

3. Торбан С. С., Трофимов В. П., Полуляк С. И. Механизация и автоматизация трудоемких процессов в рыбной промышленности / М-во рыб. хоз-ва СССР, Всерос. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва и океанографии (ВНИРО); под ред. ред. А. В. Терентьева. М. : Пищ. пром-сть, 1968. С. 9–17.

4. Полуляк С. И. Исследование тяговых свойств рабочих органов неводовыборочных машин методом тензометрии // Рыбное хозяйство. 1966. № 8. С. 38–40.

5. Баранов Ю. Б. Постройка и эксплуатация кошельковых неводов. Хабаровск : Кн. изд-во, 1954. 93 с.

6. Баранов Ю. Б. О методе расчета тяги фрикционных машин в рыбной промышленности : дис. ... канд. техн. наук. Калининград : [б. и.], 1961. 170 с.

7. Экспериментальные исследования и метод расчета тяговых усилий силовых блоков при различных режимах выборки кошелькового невода: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 364 / В. Н. Гиренко. Владивосток : [б. и.], 1969. 23 с.

Сведения об авторах

М. В. Савин – кандидат технических наук, технолог цеха орудий лова ООО «Фишеринг Сервис».

А. А. Чебушев – студент кафедры промышленного рыболовства.

К. А. Терентьева – студент кафедры промышленного рыболовства.

Е. Е. Львова – кандидат технических наук, доцент кафедры промышленного рыболовства.

Information about the authors

M. V. Savin – PhD in Technical Sciences, technologist of the fishing gear shop of LLC «Fishing Service».

A. A. Chebushev – Student of the Department of Industrial Fisheries.

K. A. Terenteva – Student of the Department of Industrial Fisheries.

E. E. Lvova – PhD in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Industrial Fisheries.

Статья поступила в редакцию 28.11.2024; одобрена после рецензирования 04.12.2024; принята к публикации 05.12.2024.

The article was submitted 28.11.2024; approved after reviewing 04.12.2024; accepted for publication 05.12.2024.