

Научная статья

УДК 621.891:639.2.081.117

DOI 10.46845/1997-3071-2022-66-40-52

Экспериментальное исследование статического коэффициента трения рыболовных делей на барабане механизма фрикционного типа

Алексей Николаевич Мартынов¹, Александр Алексеевич Недоступ²

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

¹ ajie94@gmail.com

² nedostup@klgtu.ru

Аннотация. Промысловый лов неводом – один из самых распространенных видов лова рыбы (не считая траулера). При таком методе добычи рабочий процесс на судне состоит из нескольких операций, где наиболее трудоемкая и затратная по времени – это выборка невода. Для ее осуществления чаще всего применяются неводовыборочные машины фрикционного типа. Основным принцип работы данных механизмов основан на действии силы трения, за счет которой происходит зацепление между делью и барабаном фрикционной машины достаточной силы, чтобы произвести выборку орудия лова. Главным показателем этой силы является коэффициент трения. В статье представлены методика проведения и результаты экспериментальных исследований по определению данного коэффициента для рыболовных делей на барабане механизма фрикционного типа (МФТ). Описанные опыты основаны на предыдущей работе авторов, связанной с их планированием. Для выполнения экспериментов были изготовлены сетные образцы с заданными параметрами, соответствующие реальным неводам, применяемым на промысле. Каждый из них взаимодействовал с тремя стальными барабанами различных диаметров при разных углах дуги контакта. С помощью тензодатчика, подключенного к тензостанции "МКС-200", фиксировались значения натяжения набегающей ветви (S_1) и строились графические зависимости S_1 от времени эксперимента (t). Чтобы определить поведение коэффициента трения относительно нормальной площади контакта (A_n), используя полученные максимальные значения S_1 (S_{1max}) и ширину жгута дели на барабане (b_6), строились графические зависимости $S_{1max} = f(A_n, C_3)$. После этого были сделаны соответствующие выводы, и спланировано дальнейшее продолжение исследований.

Ключевые слова: коэффициент трения, дель, проскальзывание, трение, механизм фрикционного типа, эксперименты, натяжение, набегающая ветвь, ширина жгута дели, нормальная площадь контакта, угол дуги контакта

Для цитирования: Мартынов А. Н., Недоступ А. А. Экспериментальное исследование статического коэффициента трения рыболовных делей на барабане механизма фрикционного типа // Известия КГТУ. 2022. № 66. С. 40–52.

Original article

Experimental study of the static coefficient of friction of a fishing seine on the drum of a friction-type mechanism

Alexey N. Martynov¹, Aleksandr A. Nedostup²

^{1,2}Kaliningrad State Technical University, Kalinigrad, Russia

¹ ajiex94@gmail.com

² nedostup@klgtu.ru

Abstract. Seine fishing – one of the most popular type of fishing (except for trawler). With such method of fishing, working process on the vessel consists of several operations, where seine hauling is the most laborious and time-consuming. Seine-hauling friction-type machines are often used for this operation. The main principle of the operation of these mechanisms is based on the friction force, which is carried out by the clutch between seine and drum of friction machine of sufficient force to haul the fishing gear. The main index of this force is the friction coefficient. This article presents a methodology for conducting and the results of experimental studies on the determination of this coefficient for fishing seine on the drum of a friction-type mechanism. The experiments described here are based on the previous work of the author associated with their planning. Net samples with specified parameters corresponding to real seine applied to the fishing were made for the experiments. Each of them interacted with three steel drums of different diameters at different angles of contact arc. By means of strain-sensor connected to the strain-station "MIC-200" tension values of the incoming branch (S_1) were fixed and graphic dependencies S_1 from the time of experiment (t) were built. To determine the behaviour of friction coefficient comparatively to normal contact area (A_n), graphic dependencies $S_{1max} = f(A_n, C_3)$ were built using the obtained maximum values S_1 (S_{1max}) and the width of seine bundle on the drum (b_6). After that, the relevant conclusions have been made and the following research has been planned.

Keywords: coefficient of friction, seine, slip, friction, friction-type mechanism, experiments, tension, incoming branch, width of seine bundle, normal contact area, angle of contact arc

For citation: Martynov A. N., Nedostup A. A. Experimental study of the static coefficient of friction of a fishing seine on the drum of a friction-type mechanism. *Izvestiya KGTU = KSTU News*. 2022;(66):40–52.(in Russ.).

ВВЕДЕНИЕ

Во время работы МФТ при помощи силы трения создается тянущее усилие, за счет которого происходит выборка орудия рыболовства (ОР). Главной ее характеристикой является статический коэффициент трения. С целью его определения существуют достаточно точные методики, применимые только для канатно-веревочных изделий (КВИ) [1–3]. Это обуславливает необходимость продолжения исследований по изучению данного параметра, но уже по отношению к дели.

В настоящей работе представлены результаты проведенных экспериментов, планирование которых описано в статье [4].

Коэффициент трения зависит от множества различных факторов, что можно описать функцией [5]:

$$\mu = f(N, d, D, S_1, S_2, l, \alpha, m, W_f, P, \rho, \rho_m, n, SZ, a, I, Y, R, T, b_6, X_i), \quad (1)$$

где N – нагрузка на барабан МФТ; d – диаметр нити (веревки); D – диаметр шкива; S_1 – натяжение набегающей ветви; S_2 – натяжение сбегающей ветви; l – длина дуги контакта жгута дели с барабаном МФТ; α – угол дуги контакта; W_f – фактическая влажность; P – вес сухой дели; P_w – вес мокрой дели; ρ – плотность материала рабочей поверхности МФТ; ρ_m – плотность материала КВИ; n – коэффициент укрута канато-веревочных изделий (КВИ); SZ – направление крутки; a – шаг ячеи; I – количество ячеей дели в длину; Y – количество ячеей дели в высоту; R – тип узла вязки; T – поворот узла вязки; b_6 – ширина жгута дели на барабане МФТ, X_i – конструкция барабана МФТ (диаметр шкива барабана, материал покрытия, фактура поверхности и т. д.).

В упомянутой выше статье с помощью научного метода планирования экспериментов [6, 7] были отобраны три фактора (остальные остаются постоянными), которые оказывают наибольшее влияние на коэффициент трения и которыми можно достаточно свободно управлять в ходе проведения исследований: d/a – отношение диаметра нити к шагу ячеи; α – угол дуги контакта жгута дели с барабаном (МФТ); D – диаметр стального барабана. Численные значения данных параметров представлены в табл. 1.

Таблица 1. Численные значения параметров отобранных факторов

Table 1. Numerical values of selected factors

№ п/п	Наименование фактора	Обозначение фактора	Нижнее значение фактора	Среднее значение фактора	Верхнее значение фактора
1	Отношение диаметра нити к шагу ячеи	d/a	0,025	0,050	0,067
2	Угол дуги контакта жгута дели с барабаном МФТ	α	90 град	135 град	180 град
3	Диаметр стального барабана	D	104 мм	128 мм	152 мм

Экспериментальные образцы были связаны собственноручно. Для изготовления элементов сетных полотен выбраны нити из трех различных материалов. Их характеристики представлены в табл. 2.

Таблица 2. Характеристики выбранных нитей

Table 2. Characteristics of selected threads

№ п/п	Материал	Диаметр d , мм	Разрывная нагрузка T_p , Н	SZ
1	Полиамид (капрон) ПА	2	833,6	Z
2	Полиэфир (полиэстер) ПЭФ	2	882,6	Z
3	Полипропилен ПП	2	372,7	Z

Каждая дель составляет 1 м в высоту. Чтобы соблюсти данное условие, количество ячеей считалось по формуле (2). Узел вязки для каждого образца был одинаковый (двойной шкотовый).

$$n = L/2a, \quad (2)$$

где n – количество ячеей в высоту; L – высота образца; a – шаг ячеей.

Параметры элементов сетных полотен соответствуют реальнымделям, применяемым на промысле, и были взяты из различных справочных материалов по промышленным орудиям лова. В каждом эксперименте масса, приложенная на сбегающую ветвь, была одинакова (1006,5 г). В табл. 3 представлены основные характеристики изготовленных образцов.

Таблица 3. Характеристики изготовленных сетных образцов

Table 3. Characteristics of manufactured net exemplars

Номер образца	Материал	d/a	a	Масса m , г	Вес P , Н
1	ПА	0,067	30	52,6	0,515
2	ПП	0,067	30	52,6	0,515
3	ПЭФ	0,067	30	52,6	0,515
4	ПА	0,050	40	52,6	0,515
5	ПП	0,050	40	52,6	0,515
6	ПЭФ	0,050	40	52,6	0,515
7	ПА	0,025	80	52,6	0,515
8	ПП	0,025	80	52,6	0,515
9	ПЭФ	0,025	80	52,6	0,515

Так как масса делей одинакова, они имеют разную длину. Самый короткий из образцов должен был обеспечить перекрытие большого барабана экспериментальной установки (152 мм) при угле контакта $\alpha = 180^\circ$. Сетные полотна, изготовленные для проведения исследований, изображены на рис. 1–3. Номера 1, 4, 7 соответствуют образцам, выполненным из ПА; 2, 5, 8 – из ПП; 3, 6, 9 – из ПЭФ.



Рис. 1. Образцы сетных полотен с шагом ячеей 30 мм

Fig. 1. Samples of net webs with a mesh pitch of 30 mm



Рис. 2. Образцы сетных полотен с шагом ячеей 40 мм
Fig. 2. Samples of net webs with a mesh pitch of 40 mm



Рис. 3. Образцы сетных полотен с шагом ячеей 80 мм
Fig. 3. Samples of net webs with a mesh pitch of 80 mm

Втулки барабана для проведения экспериментов, имитирующие рабочую поверхность неводовыборочной машины, изготовлены из обработанной стали. На рис. 4 представлено их изображение в двух плоскостях. Номер 1 – 104 мм; 2 – 128; 3 – 152 мм.

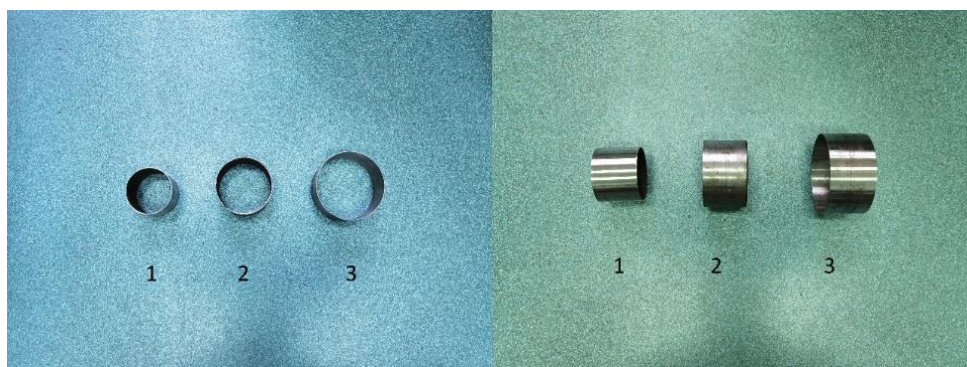


Рис. 4. Изображение экспериментальных втулок барабана в двух плоскостях
Fig. 4. Image of experimental drum sleeves in two planes

Для реализации экспериментов силами кафедры промышленного рыболовства сконструирована специальная установка. В ее составе (рис. 5): тензостанция "MIC-200" с подключенным к ней тензодатчиком с пределом измерений 98,2 Н; тянущий привод, имитирующий неводовыборочный механизм, состоящий из электродвигателя и прикрепленного к нему червячного редуктора с максимальной частотой вращения 26 об/мин, на который установлен барабан из оргстекла (проградуированный от 0 до 180°) со сменными втулками [8].



Рис. 5. Изображение тензостанции "MIC-200" и тянущего привода
Fig. 5. Image of strain-station "MIC-200" and traction gear

Угол дуги контакта между делью и барабаном регулируется при помощи отводящего ролика (рис. 6), установленного на двух подшипниках качения, чтобы уменьшить влияние его сопротивления на натяжение сбегавшей ветви S_2 . Контроль угла происходит за счет градуировки на оргстекле барабана.

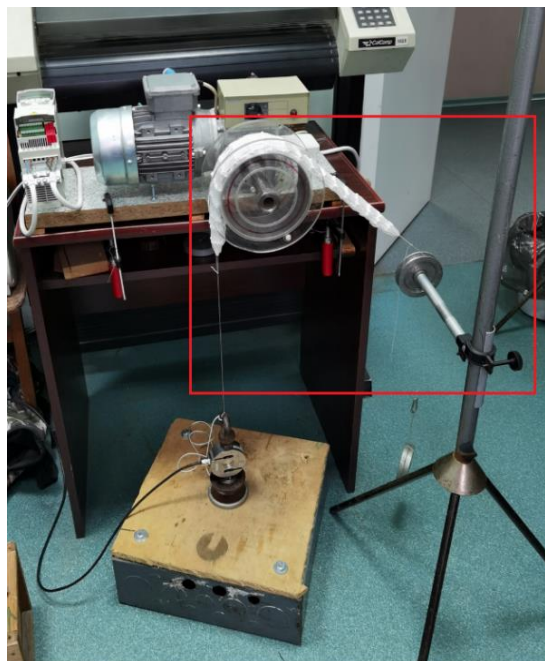


Рис. 6. Боковое изображение экспериментальной установки с отводящим роликом
Fig. 6. Side image of experimental installation with a pulling roller

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Экспериментальные исследования проводились с образцами сетных полотен (табл. 3). Угол охвата барабана МФТ составлял $90^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$, угловая скорость $\omega = 0,33 \text{ с}^{-1}$.

Необходимо ввести некоторые условия проведения опытов: барабан установки абсолютно жесткий, его поверхность – обработанная сталь; пренебрегаем деформацией КВИ, вызванной их весом, из которых изготовлены образцы дели; форма сечения нитей в пределах дуги контакта с поверхностью МФТ не изменяется; не учитываем влияние эксцентриситета сил трения $F_{\text{п}}$ между барабаном и КВИ по отношению к их оси.

Основное требование для проведения каждого эксперимента состояло в том, что все факторы, кроме трех выбранных при планировании для варьирования, оставались постоянными.

Образец дели собирался в жгут и укладывался на барабан. Один конец крепился к тензодатчику, с помощью которого измерялось натяжение набегающей ветви S_1 . На другом конце фиксировался груз ($m = 1006,5 \text{ г}$), составляющий натяжение сбегавшей ветви S_2 . Затем изменялись факторы (в соответствии с матрицей планирования), и эксперимент повторялся. В каждом опыте замерялась ширина жгута дели, расположенной на барабане. По результатам экспериментов с сетными образцами строились зависимости вида $S_1 = f(t)$ и фиксировалось максимальное значение $S_{1\text{max}}$.

На рис. 7 представлен пример зависимости $S_1 = f(t)$ для образца № 4 ($D = 128 \text{ мм}$; $\alpha = 135^\circ$; $b_6 = 46 \text{ мм}$), максимальное значение $S_{1\text{max}} = 23.641 \text{ Н}$.

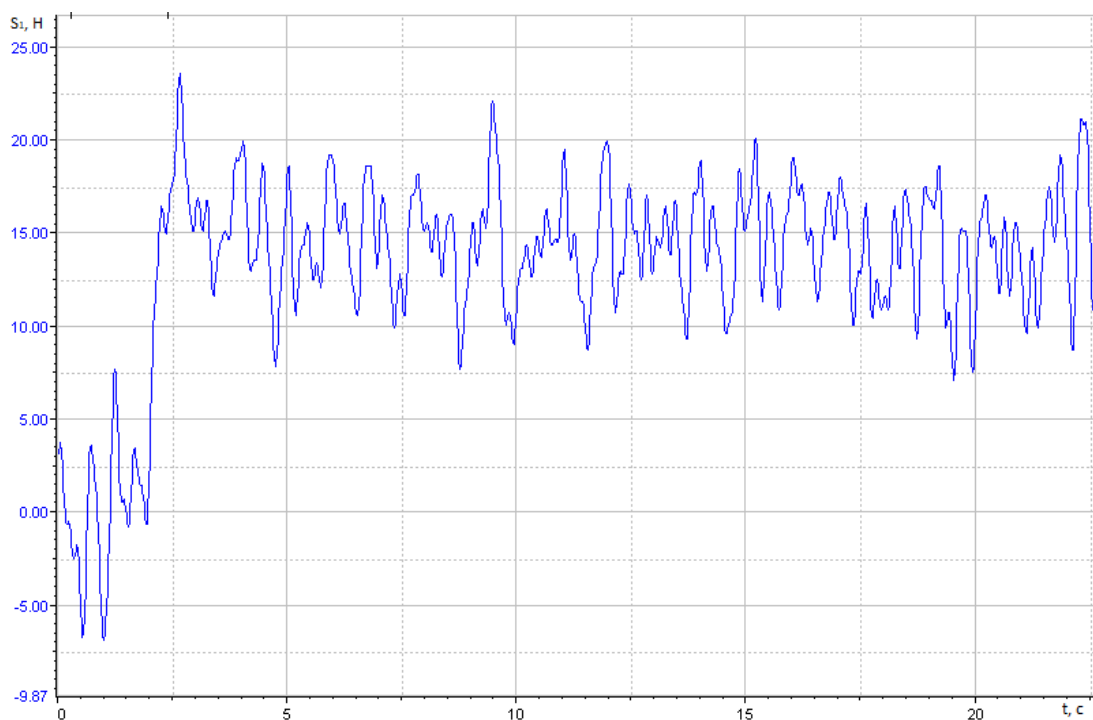


Рис. 7. График зависимости $S_1 = f(t)$ для экспериментального образца № 4
Fig. 7. Graph of function $S_1 = f(t)$ for the experimental exemplar № 4

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

После проведения всех экспериментов с образцами сетных делей были зафиксированы максимальные значения натяжения набегающей ветви (S_{1max} , Н) из каждой построенной зависимости $S_1 = f(t)$. В табл. 4–6 приведены данные с полученными результатами. Ширина каждого жгута, расположенного на барабане МФТ (b_6 , мм), отображена в квадратных скобках.

Таблица 4. Значения S_{1max} для образцов из ПА

Table 4. Values of S_{1max} for PA exemplars

Угол обхвата, град	Номер экспериментального образца, взаимодействующего с барабаном D = 104 мм			Номер экспериментального образца, взаимодействующего с барабаном D = 128 мм			Номер экспериментального образца, взаимодействующего с барабаном D = 152 мм		
	1	4	7	1	4	7	1	4	7
90	19.398 [53]	20.610 [49]	18.943 [32]	23.610 [60]	20.458 [53]	21.065 [34]	21.065 [57]	24.398 [51]	23.641 [36]
135	22.883 [53]	24.247 [51]	22.428 [34]	23.338 [57]	23.641 [46]	22.732 [40]	26.065 [62]	26.520 [51]	26.823 [39]
180	25.308 [60]	27.429 [53]	26.369 [34]	24.398 [63]	24.247 [52]	27.732 [36]	26.672 [59]	25.308 [45]	28.187 [33]

Таблица 5. Значения S_{1max} для образцов из ПП

Table 5. Values of S_{1max} for PP exemplars

Угол обхвата, град	Номер экспериментального образца, взаимодействующего с барабаном D = 104 мм			Номер экспериментального образца, взаимодействующего с барабаном D = 128 мм			Номер экспериментального образца, взаимодействующего с барабаном D = 152 мм		
	2	5	8	2	5	8	2	5	8
90	23.338 [64]	23.489 [58]	23.035 [36]	20.610 [67]	22.883 [58]	23.641 [32]	28.642 [68]	24.702 [62]	27.126 [36]
135	30.763 [62]	28.793 [55]	29.096 [34]	24.853 [63]	27.278 [57]	25.914 [35]	34.855 [66]	35.613 [62]	31.218 [40]
180	36.370 [66]	37.734 [62]	36.522 [35]	30.612 [68]	30.460 [62]	32.127 [33]	40.462 [65]	37.734 [61]	38.947 [35]

Таблица 6. Значения S_{1max} для образцов из ПЭФ

Table 6. Values of S_{1max} for PE exemplars

Угол обхвата, град	Номер экспериментального образца, взаимодействующего с барабаном D = 104 мм			Номер экспериментального образца, взаимодействующего с барабаном D = 128 мм			Номер экспериментального образца, взаимодействующего с барабаном D = 152 мм		
	3	6	9	3	6	9	3	6	9
90	21.368 [60]	22.277 [54]	21.368 [28]	20.610 [58]	20.610 [53]	19.852 [27]	18.640 [58]	20.458 [52]	22.125 [35]
135	23.944 [63]	24.095 [54]	25.005 [31]	21.065 [53]	20.761 [47]	22.580 [30]	25.611 [63]	23.489 [47]	26.520 [35]
180	25.005 [61]	25.611 [52]	26.369 [31]	25.156 [59]	24.095 [51]	26.520 [30]	26.672 [64]	27.581 [52]	28.036 [37]

При помощи полученных результатов были построены графики (рис. 7–9), $S_{1max} = f(A_n, C_3)$, где C_3 – условия проведения эксперимента.

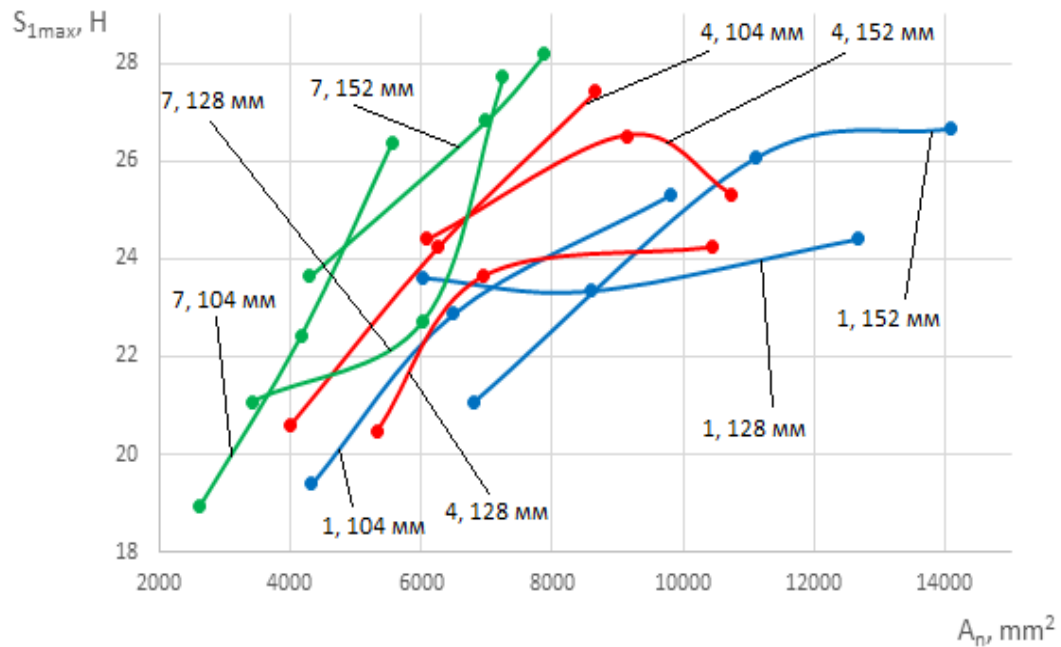


Рис. 8. График зависимости $S_{1max} = f(A_n, C_3)$ для образцов из ПА
Fig. 8. Graph of function $S_{1max} = f(A_n, C_3)$ for PA exemplars

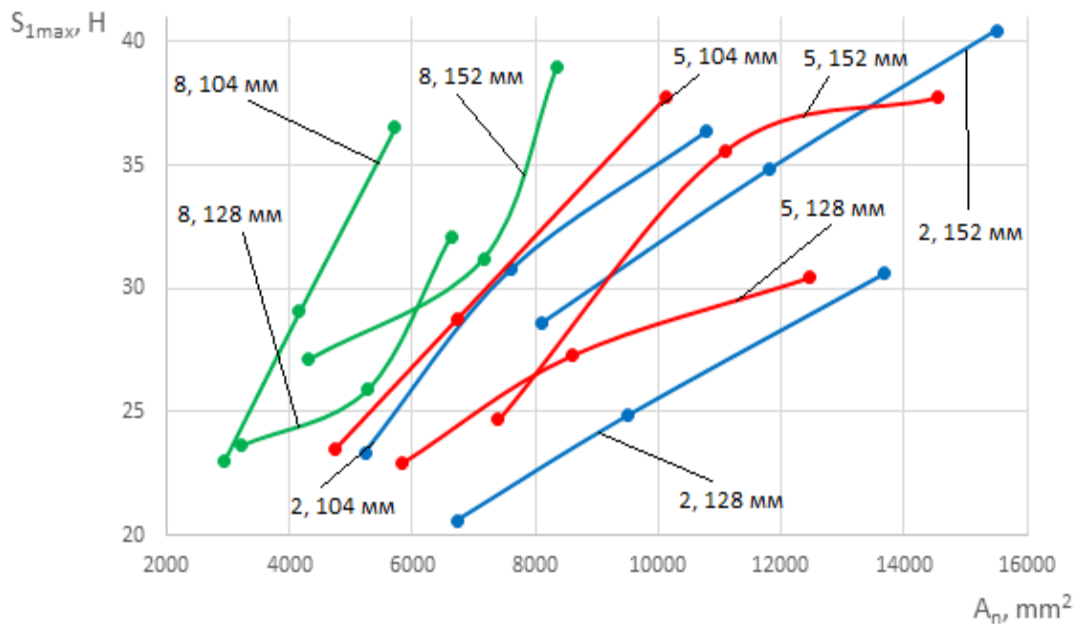


Рис. 9. График зависимости $S_{1max} = f(A_n, C_3)$ для образцов из ПП
Fig. 9. Graph of function $S_{1max} = f(A_n, C_3)$ for PP exemplars

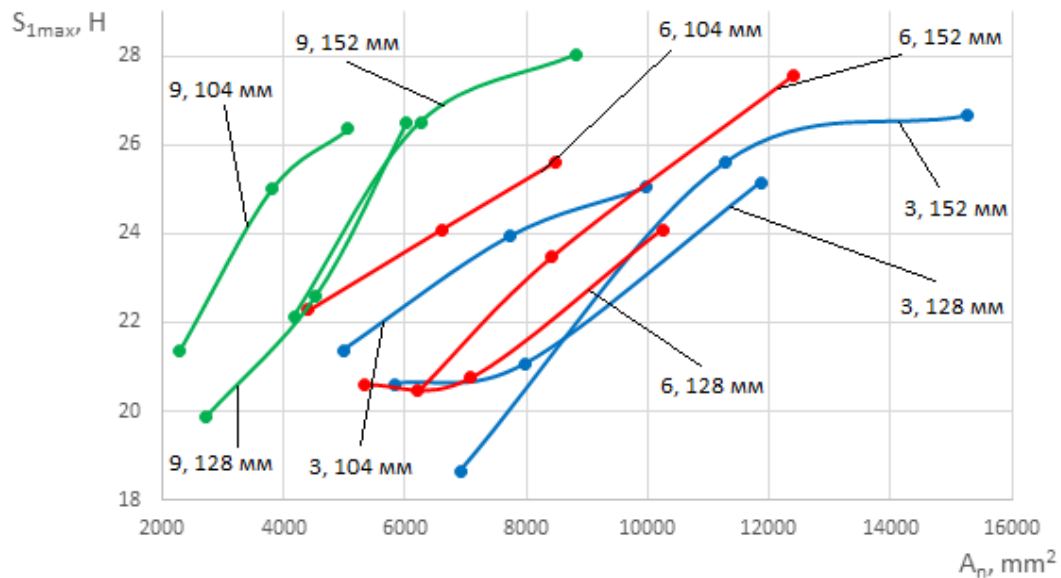


Рис. 10. График зависимости $S_{1max} = f(A_n, C_3)$ для образцов из ПЭФ
Fig. 10. Graph of function $S_{1max} = f(A_n, C_3)$ for PE exemplars

ВЫВОДЫ

На графике, изображающем зависимость $S_1 = f(t)$ (рис. 7), отчетливо видно реальное взаимодействие образца сетного полотна и стального барабана МФТ. По окончании достижения $S_{1max} = 23.641$ Н происходит проскальзывание, после которого величина силы натяжения набегающей ветви должна увеличиться (не достигая максимального значения) и оставаться постоянной, чего не происходит вследствие возрастания и падения S_1 . Это объясняется тем, что условия не идеальны. Из-за узлов и крутки нитей поверхность, образуемая жгутом дели, неравномерная, и это приводит к постоянным срывам и зацеплениям после первого проскальзывания (не достигая S_{1max}).

Из экспериментальных данных, полученных в результате проведенных опытов, можно сделать следующие выводы:

1. Сетные образцы, изготовленные из КВИ различных материалов (представленных в статье), при одних и тех же условиях показали разные результаты S_{1max} , из которых следует, что наиболее сильное зацепление происходило с делами, изготовленными из ПП, а наиболее слабое – из ПЭФ.

2. Из графиков (рис. 7–9), построенных на основе экспериментальных данных, видно, что у сетных образцов с большим шагом ячеей меньше нормальная площадь соприкосновения с барабаном МФТ, в то же время сила натяжения набегающей ветви непропорционально меньше, а в некоторых случаях – даже больше, чем у делей с меньшим шагом. Это может объясняться тем, что узлы при взаимодействии с барабаном не образуют с нитью единую плоскость, а как бы немного приподнимают ее по краям (рис. 10), из чего следует, что реальная площадь контакта (A) меньше нормальной. Иными словами, чем больше d/a , тем меньше A .

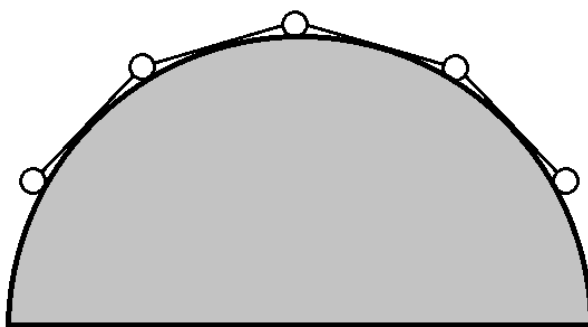


Рис. 11. Схематичное изображение расположения узлов на барабане МФТ
Fig. 11. Schematic image of placing knots on the drum of FTM

Эти выводы справедливы для таких условий: барабан МФТ из обработанной стали; $90^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$; $n = 20$ об/мин.

Из написанного выше очевидно, что необходимы дальнейшие исследования коэффициента трения делей о МФТ. Требуется произвести расчет μ через зависимость Амонтона, используя полученные данные, а также проверить применимость формулы Недоступа-Орлова и при необходимости доработать ее.

Список источников

1. Зеброва Е. М. Исследование процесса трения скольжения жгута дели во фрикционных рабочих органах рыбопромысловых механизмов: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.18.17. Калининград, 2007. 23 с.
2. Суконнов А. В. Экспериментальное определение зависимостей коэффициентов трения скольжения от характеристик фрикционных органов рыбопромысловых машин и орудий рыболовства: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.18.17. Калининград, 2009. 24 с.
3. Мартынов А. Н., Недоступ А. А. Анализ методов расчета неводовыборочных комплексов // Морская техника и технологии. Безопасность морской индустрии-2020: VIII Международный Балтийский морской форум (5–10 октября): материалы. Калининград: БГАРФ ФГБОУ ВО "КГТУ", 2020. Т. 2. С. 234–240.
4. Мартынов А. Н., Недоступ А. А. Методика планирования эксперимента по исследованию статического коэффициента трения жгута дели на тяговом барабане механизма фрикционного типа // Известия Калининградского государственного технического университета. 2022 (в печати).
5. Мартынов А. Н., Недоступ А. А. Постановка задачи экспериментального исследования статического коэффициента трения жгута дели на тяговом барабане механизма фрикционного типа // Морская техника и технологии. Безопасность морской индустрии-2021: IX Международный Балтийский морской форум (4–9 октября): материалы. Калининград: БГАРФ ФГБОУ ВО "КГТУ", 2021. Т. 2. С. 353–358.
6. Howard J. S. Experimental Design and Analysis. USA: 2018. 414 с.
7. Хамханов К. М. Основы планирования эксперимента: методическое пособие. Улан-Удэ: 2006. 94 с.

8. 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.

References

1. Zebrova E. M. *Issledovanie protsessa triniya skol'zheniya zhguta deli vo friktsionnykh rabochikh organakh rybopromyslovykh mekhanizmov. Avtoreferat diss. kand. tekhn. nauk* [Study of the friction-slide process of a seine bundle in frictional working parts of fishing mechanisms. Abstract of dis. can. sci.]. Kaliningrad, 2007, 23 p.
2. Sukonnov A. V. *Eksperimental'noe opredelenie zavisimostey koeffitsientov treniya skol'zheniya ot kharakteristik friktsionnykh organov rybopromyslovykh mashin i orudiy rybolovstva. Avtoreferat diss. kand. tekhn. Nauk* [Experimental definition of dependencies of the friction-slide coefficients from characteristics of the friction parts of fishing machines and fishing gears. Abstract of dis. can. sci.]. Kaliningrad, 2009, 24 p.
3. Martynov A. N., Nedostup A. A. *Analiz metodov rascheta nevodovyborochnykh kompleksov* [Analysis of calculation methods of seine-hauling complexes]. *Materialy VIII Mezhdunarodnogo Baltiyskogo morskogo foruma "Morskaya tekhnika i tekhnologii. Bezopasnost' morskoy industrii"* [Proceedings of the VIII International Baltic Maritime Forum "Marine technology and engineering. Safety of the marine industry"]. Kaliningrad, 2020, pp. 234–240.
4. Martynov A. N., Nedostup A. A. *Metodika planirovaniya eksperimenta po issledovaniyu staticheskogo koeffitsienta treniya zhguta deli na tyagovom barabane mekhanizma friktsionnogo tipa* [Methodology for planning an experiment to study the static coefficient of friction of the harness on the traction drum of a friction-type mechanism.]. *Izvestiya Kaliningradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2022 (v pechati).
5. Martynov A. N., Nedostup A. A. *Postanovka zadachi eksperimental'nogo issledovaniya staticheskogo koeffitsienta treniya zhguta deli na tyagovom barabane mekhanizma friktsionnogo tipa* [Statement of the problem of the experimental study of the static coefficient of friction of a seine harness on a traction drum of a friction-type mechanism]. *Materialy IX Mezhdunarodnogo Baltiyskogo morskogo foruma "Morskaya tekhnika i tekhnologii. Bezopasnost' morskoy industrii"* [Proceedings of the IX International Baltic Maritime Forum "Marine technology and engineering. Safety of the marine industry"]. Kaliningrad, 2021, pp. 353–358.
6. Howard J. S. *Experimental Design and Analysis*. USA, 2018, 414 p.
7. Hamhanov K. M. *Osnovy planirovaniya eksperimenta: metodicheskoe posobie* [Planning of experiment basics: methodological guide]. Ulan-Ude, 2006, 94 p.
8. Nedostup A. A., Orlov E. K. *Issledovanie staticheskogo koeffitsienta treniya rybolovnykh kanatno-verevochnykh izdeliy na barabane mekhanizma friktsionnogo tipa* [Study of the static coefficient of friction of thread-rope products on the drum of a friction-type mechanism]. *Trenie i iznos*, 2010, vol. 3, no. 4, pp. 403–411.

Информация об авторах

А. Н. Мартынов – аспирант кафедры промышленного рыболовства

А. А. Недоступ – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой промышленного рыболовства

Information about the authors

A. N. Martynov – post-graduate student of the Department of Industrial Fisheries

A. A. Nedostup – PhD in Engineering, Associate Professor, Head of the Department of Industrial Fisheries

Статья поступила в редакцию 13.05.2022; одобрена после рецензирования 23.05.2022; принята к публикации 21.07.2022

The article was submitted 13.05.2022; approved after reviewing 23.05.2022; accepted for publication 21.07.2022