

Эксплуатационные характеристики ниток из различных синтетических материалов в орудиях рыболовства и сооружениях аквакультуры

DOI

Кандидат технических наук, доцент **П.А. Бородин** – доцент;

Кандидат технических наук, доцент **Е.В. Осипов** – доцент;

Д.А. Пилипчук – старший преподаватель – кафедра «Промышленное рыболовство» Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета (ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»)

@ pavel_borodin@mail.ru;
oiev@mail.ru;
pilipchukda@mail.ru

Ключевые слова:

крученые нитки, полиэтилен, капрон, дели, прочность в узлах, остаточная прочность при истирании

Keywords:

twisted threads, polyethylene, capron, delhi, knot strength, residual abrasion strength

PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF THREADS MADE OF VARIOUS SYNTHETIC MATERIALS IN FISHING GEAR AND AQUACULTURE FACILITIES

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor **P.A. Borodin** – Associate Professor; Candidate of Technical Sciences, Associate Professor **E.V. Osipov** – Associate Professor; **D.A. Pilipchuk** – Senior lecturer – Department of "Industrial Fishing" of the Far Eastern State Technical Fisheries University (FGBOU VO "Dalrybvtuz")

Twisted threads made of polyethylene and nylon, different in diameter and manufacturer, were studied, the dependences of wear on various layouts were revealed. The given experimental data and the obtained formulas make it possible to carry out a clear calculation for the selection of the appropriate diameter and structure of polyethylene threads when replacing nylon threads. It also shows an approach to the principles of the layout of polyethylene threads for the production of knotted parts with maximum strength and wear-resistant characteristics.

В работе обобщены данные исследований различных структур ниток из полиамида (капрон) и полиэтилена. Капрон в отечественном рыболовстве используется достаточно давно, а полиэтилен широкое применение получил в 90-ых годах прошлого столетия и сегодня уже значительно заменил капрон. Однако принципы замены одних материалов на другие, системность этого процесса остаются открытыми. Это определяет актуальность данной работы, в которой предлагается оценка принципа замены материалов.

Для исследований использовались (табл. 1):

- капроновые нитки 187 текс ×9 (d=1,95 мм) (K1 – ООО «Морское снабжение» п. Десятый вал; K2 – ООО «Фабрика орудий лова» п. Подъяпольск), имеющие первичные нити (K1 – ООО «КурскХимволокно»; K2 – ПАО «КуйбышевАзот»);

- полиэтиленовые нитки: П1 – d=2,1 мм; П2 – d=2,7 мм; П3 – d=3,1 мм; П4 – d=1,8 мм; П5 – d=2,7 мм, где образцы П1 – П3 имеют первичную нить d=0,24 мм, а образцы П4 и П5 первичную нить d=0,2 мм.

Исследование на истирание проводилось по методике: бралось по 5 экземпляров ниток каждого производителя и определялось количество циклов до полного истирания, затем рассчитывалось количество циклов для нитки каждого производителя при 25%, 50%, 75% истирания [1]. Исследования разрыва ниток в шкотовом узле проводилось при креплении каждой пары ниток в противоположные зажимы, в соответствии с ISO 1805:2006.

На рисунке 1 приведены данные по истиранию капроновых ниток (толщина первичных нитей оди-

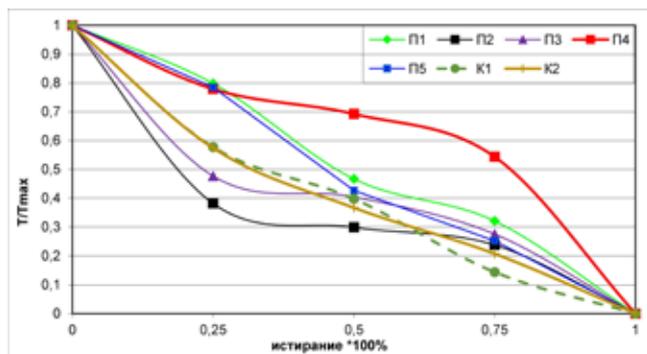


Рисунок 1. Диаграммы истирания ниток [3; 4]

Figure 1. Diagrams of thread abrasion [3; 4]

наковая), из которой следует – причиной различия в истирании является разница в крутке ниток, чем сильнее крутка (больше крутка – первичная), тем больше сила натяжения на крайних нитях [2; 3], и при соприкосновении с абразивом они разрушаются быстрее, что более заметно при 50% истирании, а при 75% истирании проявляется эффект повышенной массы нитки K2 (за счет большей первичной и вторичной крутки). Если посмотреть на исследование полиэтиленовых ниток, то там наблюдается такой же эффект, однако на повышение истирания влияет и окончательная крутка (рис. 1), при этом образцы П2 и П3, уже при 25% истирании, имеют разрывную нагрузку меньше 50% от первоначальной, что не согласуется с работой капроновых ниток (рис. 1). Наиболее интересным образцом является П4, у которого при 75% износа прочность остается более 50%, что связано со структурой и круткой

Исследованы разные по диаметру и производителю крученые нитки из полиэтилена и капрона, выявлены зависимости износа от различной компоновки. Приведенные экспериментальные данные и полученные формулы позволяют осуществлять четкий расчет для подбора соответствующих диаметра и структуры полиэтиленовых ниток при замене капроновых. Также показан подход к принципам компоновки полиэтиленовых ниток для производства узловых делей, обладающих максимальными прочностными и износостойкими характеристиками.

нитки, которые обеспечивают расположение первичной нити вдоль оси нитки (рис. 2), обеспечивая высокую устойчивость при истирании, в то же время большая предварительная крутка (крутка прядей) у П3 и П2 создает хаотизацию расположения первичных нитей в структуре и контакт под разными углами к абразиву, снижая агрегатную устойчивость к истиранию (рис. 2).

Рассмотрим прочность ниток в узлах (Н):

- в шкотовом узле: K1 – 1231,9±54,6 (118,7%); K2 – 1201,2±63,47 (115,57%); П1 – 652,88±22,18 (148,4%); П2 – 1354,16 ±36,37 (112,24%); П3 – 1786,96±117,06 (117,06%); П4 – 418,33±1,35 (166,89%); П5 – 1543,01±13,97 (171,45%);

- в обычном узле для капроновых ниток он равен 50%, а для полиэтиленовых (Н): П1 – 355,79±1,53 (80,9%); П2 – 607,48±19,97 (50,35%); П3 – 889,48±32,86 (51,64%); П4 – 232,79±6,48 (92,86%); П5 – 739,91±15,28 (82,86%).

Прочностные характеристики в узлах полиэтиленовых ниток зависят от их структуры и крутки, как предварительной (круткой пряди), так и окончательной (круткой нитки). Эту зависимость можно было наблюдать и у капроновых ниток, однако если им придать такую же структуру и крутку как образец П4, то такая нитка распушится при эксплуатации, в то время как полиэтиленовая сохранит форму.

Как показывают исследования [1-4] и, приведенные выше результаты экспериментов, для процессов истирания и разрывов в узлах зона контактного напряжения должна быть больше, а первичные нити по длине нитки должны находиться под меньшим углом к вектору прилагаемой нагрузки, что соответствует образцу П4. Если сравнивать два образца

Таблица 1. Данные исследуемых ниток / **Table 1.** Data of the studied threads

№	Образец	Предварительная крутка (пряди), кр/м	Окончательная крутка (нитки), кр/м	Разрывная, Н
1	ТУ 15-08-31-89	240±20	130±20	971,19
2	K1	197,2±0,9	101,55±4,25	1037,8±8,53
3	K2	203,1±1,82	103,6±3,2	1039,37±7,65
4	П1	190,5±3,2	110±3	439,83±1,26
5	П2	194,8±0,53	73,6±4	1206,45±17,95
6	П3	171,7±2,04	86,2±2,7	1722,16±20,79
7	П4	157,8±6,48	100,2±5,7	250,66±4,59
8	П5	87,86±1,15	69,6±0,26	899,94±9,482

П2 и П4, то у П2 хаотизация расположения первичных нитей (рис. 2) снижает зону контактного напряжения в узле, а у П4 – первичные нити в узле образуют большую зону контактного напряжения, при этом располагаясь вдоль области зажима.

В орудиях рыболовства и сооружениях аквакультуры используются узловые дели, поэтому, при переходе с полиамидного материала на полиэтилен, важным параметром является прочность в узле. Тогда при изготовлении изделий из полиэтиленовых ниток необходимо брать диаметр нитки с разрывной нагрузкой T_n при соотношении с капроновой ниткой T_k

$$T_n = (k_k^y / k_n^y) T_k, \quad (1)$$

где k_k^y , k_n^y – коэффициент потери прочности капроновых и полиэтиленовых ниток в узле.

Для образцов П1 и П3 существует линейная зависимость диаметра нити d от разрывной нагрузки

$$d = 0,0008T_n + 1,7575. \quad (2)$$

Если изготавливать полиэтиленовые нити с учетом компоновки как у образца П4, то $k_n^y = 1,66$, для капроновых ниток коэффициент потери прочности в узле примем $k_k^y = 1,16$. Тогда, для замены капроновых ниток К1 и К2 с диаметром нитки 1,9 мм, используя (1) и (2), диаметр полиэтиленовой нитки составит 2,3 мм. При условии равенства разрывных нагрузок капроновой и полиэтиленовой нитки $T_n = T_k$ диаметр полиэтиленовой нитки составит 2,6 мм.

Если исследуемые дели работают в режимах, где присутствует процесс истирания, то при 25% износа потеря прочности для капрона составляет $k_k^u = 0,56$ (рис. 1, К1), а у полиэтилена $k_n^u = 0,79$ (рис. 1, П4), таким образом, найдем:

$$T_n = (k_k^u / k_n^u) T_k. \quad (3)$$

Заменяя капроновый образец К1 на полиэтиленовый П4, по критерию стойкости к истиранию, используя (3) и (2), получим диаметр полиэтиленовой нитки, который составит 2,3 мм.

Таким образом, в настоящее время переход на использование полиэтиленовых ниток в рыболовстве и аквакультуре вполне оправдан, тем более что полиэтиленовые нитки практически не подвержены обрастанию. Приведенные экспериментальные данные и полученные формулы позволяют осуществлять четкий расчет для подбора соответствующих диаметра и структуры полиэтиленовых ниток при замене капроновых. Также показан подход к принципам компоновки полиэтиленовых ниток для производства узловых делей, обладающих максимальными прочностными и износостойкими характеристиками.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: **Е.В. Осипов** – идея работы,

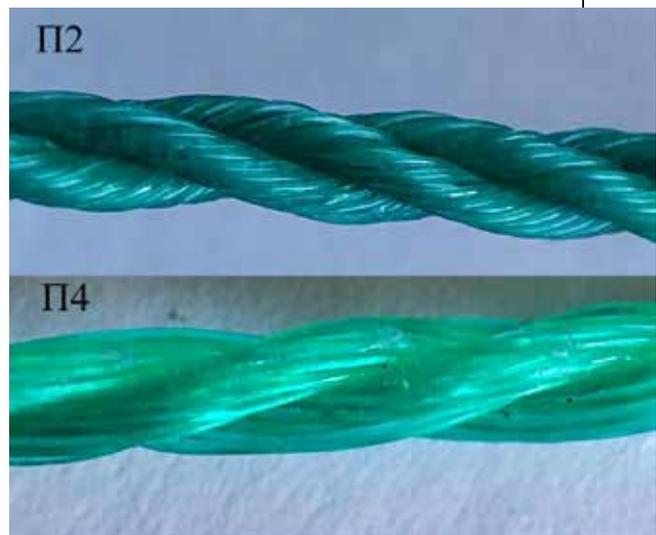


Рисунок 2. Фотография двух образцов ниток П2 и П4

Figure 2. Photo of two samples of threads П2 and П4

подготовка введения, заключения, сбор и анализ данных, окончательная проверка статьи; **П.А. Бородин** – сбор и анализ данных, подготовка статьи; **Д.А. Пилипчук** – сбор и анализ данных, подготовка статьи.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution to the work of the authors: **E.V. Osipov** – the idea of the work, preparation of the introduction, conclusion, data collection and analysis, final verification of the article; **P.A. Borodin** – data collection and analysis, preparation of the article; **D.A. Pilipchuk** – data collection and analysis, preparation of the article.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ / REFERENCES AND SOURCES

1. Ломакина Л.М. Технология постройки орудий лова. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984 – 208 с.
1. Lomakina L.M. Technology of construction of fishing gear. M.: Light and food industry, 1984 – 208 p.
2. Осипов Е.В. Исследование процессов износа капроновых ниток как комплекса взаимосвязанных эксплуатационных параметров. / Е.В. Осипов, Д.А. Пилипчук // Рыбное хозяйство. – 2020. – № 5. – С. 97-100.
2. Osipov E.V. Investigation of the wear processes of nylon threads as a complex of interrelated operational parameters. / E.V. Osipov, D.A. Pilipchuk // Fisheries. – 2020. – No. 5. – Pp. 97-100.
3. Осипов Е.В. Исследование синтетических нитей с учетом узловых соединений / Е.В. Осипов, Д.А. Пилипчук // Научно-практические вопросы регулирования рыболовства: материалы нац. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2019. – С. 46-48.
3. Osipov E.V. Investigation of synthetic threads taking into account nodal connections / E.V. Osipov, D.A. Pilipchuk // Scientific and practical issues of fisheries regulation: materials of the National Scientific and Technical conf. – Vladivostok: Dalrybvtuz, 2019. – Pp. 46-48.
4. Осипов Е.В. Исследование износа полиэтиленовых крученых ниток / Е.В. Осипов, Д.А. Пилипчук, П.А. Бородин // Материалы IV Нац. науч.-техн. конф. «Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации»: Владивосток: Дальрыбвтуз, 2021. – С. 116-120.
4. Osipov E.V. The study of the wear of polyethylene twisted threads / E.V. Osipov, D.A. Pilipchuk, P.A. Borodin // Materials of the IV National Scientific-Technical. Conf. "Innovative development of the fishing industry in the context of ensuring food security of the Russian Federation": Vladivostok: Dalrybvtuz, 2021. – Pp. 116-120.