

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

УДК 639.311.06:639.2.084

ВЛИЯНИЕ ЦВЕТА ОКРАСКИ НА ПОТЕРЮ ПРОЧНОСТИ КАПРОНОВОГО МАТЕРИАЛА

О. В. Шкарупа, knorush@ukr.net, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев

Цель. Теоретически обосновать оптимальные коэффициенты запаса прочности рыболовных материалов, применяемых для изготовления орудий лова, позволяющие снизить материалоемкость этих орудий и сохранить их пригодность длительное время. Выбрать оптимальный цвет окраски полиамидных материалов, при котором потеря прочности будет наименьшей.

Методика. Выбор материалов для испытаний был основан на подборе таких материалов, которые чаще всего встречаются в отцеживающих и стационарных орудиях лова. опыты проводились на базе кафедры «Промышленное рыболовство» Керченского морского института. Результаты всех полученных испытаний обрабатывались статистическим методом по случайным величинам по методике Сторджеса.

Результаты. Окрашивание снижает первоначальную прочность материала на 10%, но увеличивает срок службы. Была установлена зависимость потери прочности капронового материала от цвета окраски и времени инсоляции. Наименьшая потеря прочности у материалов окрашенных в коричневый цвет. Разработаны уравнения зависимости, позволяющие корректировать нормы износа рыболовных орудий. Экспериментальным путем получен коэффициент запаса прочности — 4,62, обеспечивающий бесперебойную пригодность орудия лова в течении эксплуатационного периода.

Научная новизна. На основе системных комплексных экспериментально-теоретических исследований потери прочности ниточных и сетных материалов, впервые разработана математическая зависимость потери прочности рыболовных капроновых материалов от времени инсоляции, что позволяет прогнозировать степень износа в процессе эксплуатации орудий лова разных типов.

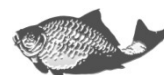
Практическая значимость. Полученные уравнения зависимости потери прочности рыболовных материалов от времени облучения солнечным светом используются при расчете норм износа для закидных, ставных неводов и рыболовных сетчатых садков. Применение рекомендованных материалов с расчетным запасом прочности позволит увеличить срок службы орудий лова.

Ключевые слова: сетеполотна, рыболовные нити, кислотные красители, нормы износа, коэффициент прочности, орудия лова.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ И АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Изменение свойств элементов орудий лова в процессе эксплуатации влияет на их работоспособность. Основными критериями работоспособности орудий лова являются их прочность, показатели деформаций и износостойкости.

По критериям прочности обычно рассчитывают нагруженные элементы орудий лова, которые за срок службы изнашиваются не очень существенно (тяговые стальные канаты, подборы, пожилины).



По критерию деформации в основном рассчитывают элементы орудий лова, остаточные деформации которых искажают форму орудия лова и ухудшают его улавливающую способность (элементы входных устройств ловушек, некоторые пожилины и сетные части орудий лова).

По критерию износа рассчитывают долговечные элементы орудий лова, которые выходят из строя из-за потери прочности, истирания, частых порывов, ухудшения внешнего вида (сетные полотна, веревочно-канатные элементы и т. п.).

Задача определения нагрузок и напряжений в элементах орудий лова очень сложна, и часто достоверные результаты дают лишь экспериментальные исследования. Несмотря на то, что этой проблемой занимались многие ученые [1–7], рассчитать определение нагрузок на нити сетного полотна и веревочно-канатных элементов в реальных условиях по-прежнему затруднительно. При прочностных расчетах часто пользуются понятием запас прочности орудий лова. Запасом прочности элементов орудий лова считают отношение его разрывной прочности (R_p) к эксплуатационной нагрузке ($R_э$) [8]. Под R_p обычно понимают разрывную прочность нового элемента, а под $R_э$ — найденную эмпирическим или экспериментальным путем среднюю величину нагрузки. Для орудий лова допускаемый коэффициент запаса прочности при статических нагрузках в основном лежит в пределах от 1,5 до 3,0 при динамических — от 2 до 6 [5–8]. Проведенные исследования показали, что коэффициент запаса прочности при изготовлении закидных неводов принимается произвольно и варьируется в пределах от 2,5 до 7,2.

В зависимости от характера эксплуатационных нагрузок, их формы, необходимой точности результата можно использовать различные методы расчета коэффициентов запаса прочности. Общим для всех методов является статистический характер решения задачи и связь искомого коэффициента с вероятностью безотказной работы элемента орудий лова. Наиболее распространены способы расчета запаса прочности при статистических случайных нагрузках, при нестационарных случайных нагрузках и динамических периодических нагрузках.

Статические случайные нагрузки наиболее характерны для орудий лова внутренних водоемов и в морских условиях при отсутствии волнения. В этом случае коэффициент запаса прочности определяется [10] по формуле:

$$n = \frac{\left[1 + \sqrt{1 - (1 - u_{p_0}^2 v_p^2)(1 - u_{p_0}^2 v_э^2)} \right]}{(1 - u_{p_0}^2 v_p^2)}$$

где: u_{p_0} — квантиль нормального распределения, v_p и $v_э$ — коэффициенты вариации.

Известно, что в процессе эксплуатации первыми из строя выходят сетеполотна. Основным проявлением износа сетного полотна считают потерю прочности в результате истирания, усталостных явлений, химического и биохимического износа [12]. Наиболее полные исследования износа сетного полотна были проведены в области потери прочности от истирания [13].



Проблема износа синтетических материалов от инсоляции изучена недостаточно, имеются отрывочные сведения о влиянии солнечных лучей на износ рыболовных материалов [1, 14].

Проблема изучения износа орудий лова в настоящее время продолжает оставаться открытой. Это связано со спецификой орудий лова, которые состоят из различных рыболовных материалов (веревочно-канатных элементов, сетеполотен и ниток), имеющих свои особенности при износе.

ВЫДЕЛЕНИЕ НЕРЕШЕННЫХ РАННЕЕ ЧАСТЕЙ ОБЩЕЙ ПРОБЛЕМЫ. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Впервые математическую модель процесса износа предложил Ф. И. Баранов [13]. Прочность рассчитывают исходя из условия, что орудие лова должно оставаться прочным и надежным весь период плановой эксплуатации. При этом приведенные коэффициенты запасов прочности для элементов орудий лова являются ориентировочными средними значениями, принятыми на основе данных практики. Большой разброс значений запаса прочности, отсутствие привязки к конкретным условиям лова свидетельствует о достаточно произвольном их назначении. При изучении проблемы прочности основной акцент сделан на механический износ, а именно потерю прочности рыболовных материалов от истирания.

В настоящее время для изготовления орудий лова (закидные и ставные невода, сети, тралы) и садков для выращивания рыбы используются полиамидные материалы, а именно капрон. Полностью отсутствуют публикации о влиянии физико-химического износа на прочностные характеристики орудий лова. Снижение прочности при действии солнечного света (инсоляции) связано с процессом окисления молекул волокон в присутствии кислорода воздуха. Процесс активизируется ультрафиолетовыми лучами, которые несут энергию, разрушающую связи в макромолекулах. Степень разрушения зависит от вида волокна и характера воздействия света (прямой или рассеянный). В специальной литературе отсутствуют данные о влиянии процесса окраски, цвета текстильных материалов, их толщины и структуры на прочностные характеристики.

На основании этого возникла необходимость изучения влияния процесса окрашивания, цвета окраски на прочностные характеристики капронового материала и срок его службы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для получения достоверных результатов условия лабораторных экспериментов должны быть приближены к реальным эксплуатационным условиям. Выбор материалов для испытаний был основан на подборе материалов, рекомендованных для изготовления отцеживающих орудий лова. Поскольку 90% применяемого материала составляет капрон, на основании этого весь испытуемый материал был выбран из группы полиамидов. Опыты по инсоляции проводились на кафедре «Промышленное рыболовство» Керченского морского технологического института в 1998 г.

Продолжительность облучения сетеполотен солнечным светом проходила с 22.03.1998 г. по 09.11.1998 г. и составила 3342 часа (без учёта ночного времени).



Во время опытов особое внимание было обращено на влияние цвета и окраски материалов на потерю их прочности.

Для чистоты эксперимента отобранные образцы рыболовных делей были выбраны из одной партии неокрашенных материалов, подвергнуты окраске кислотными красителями (применяемыми для окраски сетеполотен в промышленности) в соответствии с технологией по окрашиванию [1] в синий, зелёный, светло-коричневый и тёмно-коричневый цвета. Часть образцов каждого ассортимента была подвергнута испытаниям на прочность на разрывной машине, для определения влияния процесса окрашивания на прочность материала. Другая часть была размещена на рамке и подвергнута прямому солнечному излучению. Через каждые 14 дней от каждого образца отбиралась часть материала и подвергалась испытанию на разрывной машине 2166 P-5.

Все образцы были подвергнуты инсоляции. В промысловых условиях орудия лова подвергаются инсоляции в течении года, поэтому период облучения был выбран с марта по ноябрь (время наибольшей солнечной активности). Чтобы оценить влияние цвета рыболовного материала на потерю прочности был выбран ассортимент наиболее встречающихся в процессе эксплуатации цветов.

Результаты всех полученных испытаний обрабатывались статистическим методом по случайным величинам.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Как отмечалось, одним из важнейших критериев надёжности орудий лова является износ. И первыми из строя выходят нитки и сетеполотна. Для определения оптимального запаса прочности этих материалов был использован метод Баранова Ф. И., учитывающий быстрый износ материала, высокие динамические нагрузки и время облучения. Было установлено, что в процессе окрашивания материал теряет свою прочность на 10%, а потеря прочности капроновых материалов напрямую зависит от времени инсоляции, цвета и диаметра материала. Результаты испытаний показали, что процесс изменения разрывной прочности рыболовных материалов от времени облучения можно описать линейными моделями. Результаты экспериментов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Потеря прочности рыболовных нитей в зависимости от цвета, %

Структура нити	93,5 текс *8*4	93,5 текс *2*3*4	93,5 текс *4*3	93,5 текс *2*3	187 текс *4*3	187 текс *2*3	187 текс *2*2	187 текс *3	187 текс *2	Σ
Цвет										
Неокрашенная	22	12	27	37	21	40	30	34	21	27
Синяя	18	21	27	30	17	28	22	31	27	24,6
Зеленая	19	26	19	32	18	25	23	23	24	24
Светло-коричневая	17	20	17	28	17	17	24	29	28	22
Темно-коричневая	16	30	21	26	17	16	21	25	12	20,3
Диаметр нити, мм	2,8	2,4	1,7	1,2	2,4	1,7	1,4	1,2	0,9	–

Наименьшая потеря прочности наблюдалась у материала, выкрашенного в темно-коричневый цвет. Это подтверждает выводы Денисова Л. И. [12].



На основании полученных данных были разработаны уравнения зависимости потери прочности для каждого материала от времени инсоляции. Применение уравнений позволит корректировать нормы износа орудий лова.

В таблице 2 представлены уравнения зависимости потери прочности от времени инсоляции.

Таблица 2. Уравнения зависимости потери прочности капроновых ниточных материалов

Структура нити	Неокрашенная	Синяя	Зеленая	Светло-коричневая	Темно-коричневая
93,5 текс*8*4	$T_p = 1132,3362 - 0,07432t$	$T_p = 1081,097 - 0,058t$	$T_p = 1090,668 - 0,06231t$	$T_p = 1063,0285 - 0,0547t$	$T_p = 1057,055 - 0,05216t$
93,5 текс 2*3*4	$T_p = 1108,79 - 0,06636t$	$T_p = 1102,88 - 0,12384t$	$T_p = 1145,92,88 - 0,154132t$	$T_p = 108607 - 0,114974t$	$T_p = 1139,36 - 0,17424t$
93,5 текс * 4 * 3	$T_p = 622,38 - 0,0316t$	$T_p = 601,6 - 0,03t$	$T_p = 605,27 - 0,034268792t$	$T_p = 605,27 - 0,034268792t$	$T_p = 611,13 - 0,03868t$
93,5 текс * 2*3	$T_p = 257,05 - 0,02813933t$	$T_p = 242,69 - 0,021906089t$	$T_p = 245,36 - 0,023414162t$	$T_p = 234,87 - 0,019929293t$	$T_p = 225,61013 - 0,017465821t$
187 текс *4 *3	$T_p = 1067,34 - 0,066098454t$	$T_p = 1045,60 - 0,05380896t$	$T_p = 1048,16 - 0,056143095t$	$T_p = 1048,16 - 0,056143095t$	$T_p = 1033,28 - 0,051663422t$
187 текс * 2 * 3	$T_p = 646,4 - 0,078t$	$T_p = 605,1 - 0,0515t$	$T_p = 584,2 - 0,02982t$	$T_p = 584,2 - 0,02982t$	$T_p = 605,36 - 0,0277t$
187 текс * 2 * 2	$T_p = 367,25 - 0,0033201812t$	$T_p = 342,56 - 0,022322932t$	$T_p = 343,77 - 0,023347898t$	$T_p = 340,47 - 0,023954073t$	$T_p = 330,21 - 0,020426816t$
187 текс * 3	$T_p = 236,38 - 0,02106t$	$T_p = 248,36 - 0,0263917t$	$T_p = 251,52 - 0,027386656t$	$T_p = 241,84 - 0,0242495t$	$T_p = 234,33 - 0,020752182t$
187 текс * 2	$T_p = 243,65 - 0,01589t$	$T_p = 232,4 - 0,020188t$	$T_p = 264,44 - 0,04008t$	$T_p = 236,38 - 0,02106t$	$T_p = 236,38 - 0,02106t$

где — T_p — продолжительность срока службы материала в часах в зависимости от времени инсоляции;

t — продолжительность облучения солнечным светом в часах.

ВЫВОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ

Для изготовления отцеживающих и стационарных орудий лова необходимо применять окрашенные капроновые материалы, т.к. продолжительность службы таких материалов на 5% дольше (потеря прочности у неокрашенных — 27%, у окрашенных — в среднем 22%).

Для окрашивания стационарных орудий лова лучше применять коричневые тона, а не зеленые, как считалось ранее. Такие материалы менее заметны в воде, и потеря прочности от инсоляции у таких материалов наименьшая (20%).



Оптимальный коэффициент запаса прочности капроновых материалов, обеспечивающий бесперебойную работу орудия лова в течение эксплуатационного периода, полученный экспериментальным путем, с учетом прочности материала на истирание, не должен превышать 4,62. Применение такого коэффициента позволит обеспечить прочностные характеристики орудий лова без их утяжеления.

Перспективным направлением дальнейших исследований является изучение потери прочности от инсоляции капроновых безузловых сетематериалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Промашкова Т. Е. Окраска рыболовных материалов для кошельковых неводов / Т. Е. Промашкова, А. Д. Бескактова // Промышленное рыболовство : Экспресс-информация. — 1986. — Вып. 2. — С. 49.
2. Мельников В. Н. Качество, надежность и работоспособность орудий промышленного рыболовства / Мельников В. Н. — М. : Легкая и пищевая промышленность, 1982. — 264 с.
3. Барзинович Е. Ю. Некоторые математические вопросы теории обслуживания сложных систем / Е. Ю. Барзинович, В. А. Каштанов — М. : Сов. радио, 1971. — 271 с.
4. Фридман А. Л. Теория и проектирование орудий промышленного рыболовства / Фридман А. Л. — М. : Пищевая промышленность, 1978. — 598 с.
5. Данилов Ю. А. Исследование нагрузок в сетном полотне моделей тралов / Ю. А. Данилов, Я. М. Гукало // Труды КТИРПХа. — 1975. — Т. 57. — С. 134—139.
6. Гуль В. Е. Структура и механические свойства полимеров / В. Е. Гуль, В. Н. Кулезнев. — М. : Высшая школа, 1966. — 313 с.
7. Konstrukční plastickí hmjtý / INZ. Jiri. Hugo. A. Kolektiv. — Praha, 1965. — 236 с.
8. Андреев Н. Н. Проектирование кошельковых неводов / Андреев Н. Н. — М. : Пищевая промышленность, 1970. — 277 с.
9. Кирюхин С. М. Анализ и использование статистических моделей при нормировании, оценке и исследовании показателей качества текстильных материалов : автореф. дисс. на соискание степени канд. техн. наук : спец. 05.19.01 «Материаловедение» / С. М. Кирюхин. — 1978.
10. Мельников В. Н. Определение коэффициента запаса прочности веревочно-канатных элементов орудий лова статистическим методом / В. Н. Мельников, Р. А. Юсупов // Рыбное хозяйство. — 1973. — № 9. — С. 44—45.
11. Барлоу Р. Статистическая теория надежности испытания на безотказность / Р. Барлоу, Ф. М. Прошан. — М. : Наука, 1984. — 327 с.
12. Денисов Л. И. Промышленное рыболовство на пресноводных водоёмах / Денисов Леонид Иванович. — М. : Легкая и пищевая промышленность, 1983. — 272 с.
13. Баранов Ф. И. Техника промышленного рыболовства / Баранов Ф. И. — М. : Пищепромиздат, 1960. — 696 с.
14. Войниканис-Мирский В. Н. Техника промышленного рыболовства / Войниканис-Мирский В. Н. — М. : Легкая и пищевая промышленность, 1983. — 200 с.



REFERENCES

1. Promashkova, T. E., & Beskakotova, A. D. (1986). Okraska rybolovnyh materialov dlja koshel'kovyh nevodov. *Promyshlennoe rybolovstvo*, 2, 49.
2. Mel'nikov, V. N. (1982). *Kachestvo, nadezhnost' i rabotosposobnost' orudij promyshlennogo rybolovstva*. Moskva : Legkaja i pishhevaja promyshlennost'.
3. Barzinovich, E. Ju., & Kashtanov, V. A. (1971). *Nekotorye matematicheskie voprosy teorii obsluzhivanija slozhnyh sistem*. Moskva : Sov. radio.
4. Fridman, A. L. (1978). *Teorija i proektirovanie orudij promyshlennogo rybolovstva*. Moskva : Pishhevaja promyshlennost'.
5. Danilov, Ju. A., & Gukalo, Ja. M. (1975). Issledovanie nagruzok v setnom polotne modelej tralov. *Trudy KTIRPha*, 57, 134-139.
6. Gul', V. E., & Kuleznev, V. N. (1966). *Struktura i mehanicheskie svojstva polimerov*. Moskva : Vysshaja shkola.
7. *Konstrukčni plasticki hmjty*. (1965). INZ. Jiri. Hugo. A. Kolektiv. Praha.
8. Andreev, N. N. (1970). *Proektirovanie koshel'kovyh nevodov*. Moskva : Pishhevaja promyshlennost'.
9. Kirjuhin, S. M. (1978). Analiz i ispol'zovanie statisticheskikh modelej pri normirovanii, ocenke i issledovanii pokazatelej kachestva tekstil'nyh materialov. *Extended abstract of candidates thesis*.
10. Mel'nikov, V. N., & Jusupov, R. A. (1973). Opredelenie koeficienta zapasa prochnosti verevochno-kanatnyh jelementov orudij lova statisticheskim metodom. *Rybnoe hozjajstvo*, 9, 44-45.
11. Barlou, R., & Proshan F. M. (1984). *Statisticheskaja teorija nadezhnosti ispytaniya na bezotkaznost'*. Moskva : Nauka.
12. Denisov, L. I. (1983). *Promyshlennoe rybolovstvo na presnovodnyh vodojomah*. Moskva : Legkaja i pishhevaja promyshlennost'.
13. Baranov, F. I. (1960). *Tehnika promyshlennogo rybolovstva*. Moskva : Pishhepromizdat.
14. Vojnikanis-Mirskij, V. N. (1983). *Tehnika promyshlennogo rybolovstva*. Moskva : Legkaja i pishhevaja promyshlennost'.

**ВПЛИВ КОЛЬОРУ ЗАБАРВЛЕННЯ
НА ВТРАТУ МІЦНОСТІ КАПРОНОВОГО МАТЕРІАЛУ**

О. В. Шкарупа, knorush@ukr.net, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Мета. Теоретично обґрунтувати оптимальні коефіцієнти запасу міцності рибальських матеріалів, які застосовуються для виготовлення знарядь лову, що дозволяють знизити матеріаломісткість цих знарядь і зберегти їх придатність протягом тривалого часу. Вибрати оптимальний колір забарвлення поліамідних матеріалів, за якого втрата міцності найменша.

Методика. Вибір матеріалів для випробувань ґрунтувався на підборі таких матеріалів, які найчастіше трапляються у відціджувальних і стаціонарних знаряддях лову. Досліди проводилися на базі кафедри «Промислове рибальство» Керченського морського інституту. Результати всіх отриманих випробувань оброблялися статистичним методом за випадковими величинами за методикою Сторджеса.

Результати. Фарбування знижує початкову міцність матеріалу на 10%, але збільшує термін служби. Була встановлена залежність втрати міцності капронового матеріалу від кольору забарвлення і часу інсоляції. Найменша втрата міцності у матеріалів, забарвлених у



коричневий колір. Розроблено рівняння залежності, які дозволяють коригувати норми зношення рибальських знарядь. Експериментальним шляхом був отриманий коефіцієнт запасу міцності — 4,62, що забезпечує безперебійну придатність знаряддя лову протягом експлуатаційного періоду.

Наукова новизна. На підставі системних комплексних експериментально-теоретичних досліджень втрати міцності ниткових і сіткових матеріалів, вперше розроблено математичну залежність втрати міцності рибальських капронових матеріалів від часу інсоляції, що дозволяє прогнозувати ступінь зношення в процесі експлуатації знарядь лову різних типів.

Практична значимість. Отримані рівняння залежності втрати міцності рибальських матеріалів від часу опромінення сонячним світлом використовуються при розрахунку норм зношення для закидних, ставних неводів і рибницьких сітчастих садків. Застосування рекомендованих матеріалів з розрахунковим запасом міцності дозволить збільшити термін служби знарядь лову.

Ключові слова: сіткоплатна, рибальські нитки, кислотні барвники, норми зношення, коефіцієнт міцності, знаряддя лову.

THE INFLUENCE OF COLOUR ON LOSS OF DURABILITY OF KAPRON MATERIAL

O. Shkarupa, knopush@ukr.net, National university of bioresources and environmental management of Ukraine, Kyiv

Purpose. To substantiate theoretically the optimum safety factors of fishing materials used for the construction of fishing gears that allow reducing the material consumption of these gears and keep them for a long time operation. To select the optimum color of polyamide materials with the lowest loss of strength.

Methods. The choice of the materials for the tests was based on the selection of the materials, which are most often used for active and passive fishing gears. Acid dyes were used to dye the materials. Dying was carried out in accordance with the technological instructions. The experiments were conducted at the Department of "Industrial Fishery" of the Kerch Sea Institute. The obtained results of all tests were processed using statistical method of random variables according to Sturges method.

Findings. The dyeing reduces the initial strength of the material by 10% and increases its service life. A relationship was established between the loss of nylon material strength and color as well as insolation time. The lowest loss of strength was observed in materials dyed in brown color. We developed the equations of relationships allowing adjusting the norms of the rate of the wearing of fishing gears. The safety factor of 4.62 was obtained experimentally and this value ensures the uninterrupted usability of a fishing gear during the exploitation period.

Originality. Based on the system integrated experimental and theoretical studies of the loss of strength of thread and netting materials, for the first time we developed the mathematical relationship for the loss of strength of kapron fishing materials depending on the time of insolation that allows predicting the degree of their wearing during the exploitation of various types of fishing gears.

Practical value. The obtained equations of the relationship between the loss of strength of fish netting materials and the time of exposure to sunlight are used in the calculation of wearing rates for beach seines, hoop nets, and fish net cages. The use of the recommended materials with the estimated safety factor will allow increasing the service life of fishing gears.

Key words: Netting, fishing threads, acid dyes, standards of wear, coefficient of durability, fishing gears.

