

### Ключевые слова:

изменение линейных характеристик, полиамид, полипропилен, технология хранения, полиэтилен

### Keywords:

change in linear characteristics, polyamide, polypropylene, storage technology, polyethylene

# Динамика изменения линейных характеристик канатов в процессе их хранения в различных условиях

DOI 10.37663/0131-6184-2022-3-90-96

Аспирант **Савченко А.Е.** – сектор орудий лова лаборатории промысловой гидроакустики, технологий лова и технических средств аквакультуры;

Доктор технических наук, профессор **М.А. Мизюркин** – главный научный сотрудник; **Д.Л. Шабельский** –

Ведущий специалист;

**Н.Л. Ваккер** –

Ведущий специалист;

Канд. техн. наук **В.М. Волотов** –

Ведущий научный сотрудник –

Сектор орудий лова

лаборатории промысловой

гидроакустики, технологий

лова и технических средств

аквакультуры Тихоокеанского

филиала Всероссийского

научно-исследовательского

института рыбного хозяйства

и океанографии (Тихоокеанский

филиал ФГБНУ «ВНИРО

(«ТИНРО»))

@ tral-azimut@mail.ru,

mizmih@mail.ru,

dmitriy.shabelsky@tinro-center.ru,

nikita.vakker@tinro-center.ru,

victor.volotov@tinro-center.ru

## DYNAMICS OF CHANGE OF LINEAR CHARACTERISTICS OF ROPES IN THE PROCESS OF THEIR STORAGE UNDER VARIOUS CONDITIONS

Postgraduate student **Savchenko A.E.** – Fishing Gear sector of the Laboratory of Commercial Hydroacoustics, fishing technologies and aquaculture equipment; Doctor of Technical Sciences, Professor **M.A. Mizyurkin** – Chief Researcher;

**D.L. Shabelsky** – Leading specialist;

**N.L. Wacker** – Leading Specialist;

Candidate of Technical Sciences **V.M. Volotov** – Leading Researcher –

Fishing Gear Sector of the Laboratory of Commercial Hydroacoustics, Fishing Technologies and Aquaculture Equipment of the Pacific Branch of the All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (Pacific Branch of VNIRO (TINRO))

An analysis was made of the change in the linear characteristics of ropes made of polyamide, polypropylene and polyethylene, which were divided into three groups. Each group included the above ropes. With these groups, the storage technology was simulated during the year under various conditions.

### ВВЕДЕНИЕ

Практика разноглубинного тралового промысла показывает, что, при ведении безаварийных тралений, одним тралом можно работать несколько лет. В эти годы тралы хранятся в различных условиях (на палубе судна, в складских помещениях (рис. 1) и под открытым небом (рис. 2) на необорудованных площадках. В ходе проведенных ранее исследований линейных характеристик элементов трала, формирующих его оболочку, выяснилось, что в процессе длительной эксплуата-

ции и хранения происходят изменения шага ячеи и длины канатных элементов, как в сторону увеличения, так и – уменьшения [1]. Канатные элементы и сетные пластины современных тралов в основном изготовлены из полиамида, полипропилена и полиэтилена. Мы предположили, что, под воздействием морской воды и солнечных лучей, в материалах, из которых изготовлены тралы, происходят некие структурные изменения, влияющие на линейные размеры элементов трала [2]. Любое изменение

длины элементов трала приводит к изменению геометрических параметров трала и селективных качеств тралового мешка. В связи с этим провели исследования по выявлению характера воздействия факторов окружающей среды на деформацию канатных элементов трала в процессе эксплуатации и хранения в различных условиях в течение года.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В период со 2 февраля 2021 г. по 18 февраля 2022 г. были проведены исследования изменений линейных характеристик канатов, разбитых на три группы, изготовленных из полиамида (ПА), полипропилена (ПП) и полиэтилена (ПЭ). В каждую группу входили вышеперечисленные канаты. С этими группами имитировали технологию хранения в течение года в различных условиях. Стандартные метровые отрезки на всех испытуемых канатах изготавливали из сухого материала в помещении с постоянной положительной температурой и постоянной влажностью.

Группа 1, состоящая из 30 отрезков, взятая контрольной, не подвергалась воздействию морской воды, солнечных лучей и продолжала храниться в металлическом ангаре, в котором температура и влажность воздуха записывали от параметров внешней среды.

Следующие две группы четверо суток выдерживали в ёмкости с морской водой, которая находилась в помещении фабрики орудий лова. После этого образцы канатов вынимали из воды и промеряли их, при нагрузке 5 кг [3], непосредственно в помещении фабрики при температуре воздуха 10,90С. В дальнейшем, при определении относительного удлинения отрезков канатов, среднюю длину отрезков, полученную в помещении фабрики при нагрузке 5 кг, брали за эталон и с ней сравнивали результаты промеров канатов. По завершении промеров всех канатов обеих групп их снова поместили еще на трое суток в ёмкость с морской водой. После этого образцы канатов вынимали из воды и промеряли их при нагрузке 238 кг, что составляло 39,0% от разрывной нагрузки для полиамида, 43,3% – для полипропилена и 59,5% – для полиэтилена. Следует отметить, что, при работе с полиэтиленовыми канатами, в начале эксперимента два первых каната не выдержали нагрузку в 238 кг и разорвались, хотя разрывная нагрузка для полиэтиленового каната диаметром 6 мм составляет 400 кг [4]. В дальнейшем с полиэтиленовыми канатами работали с нагрузкой 119 кг, что составляло 29,8% от разрывной нагрузки, заявленной в справочнике. Далее отрезки освобождали от нагрузки и хранили на открытом воздухе под воздействием на них всех метеорологических условий (температура, влажность, туман, снег, дождь и т.д.). При этом канаты группы 2 были размещены так, что на них не попадали солнечные лучи. На канаты группы

Осуществлен анализ изменения линейных характеристик канатов, изготовленных из полиамида, полипропилена и полиэтилена, разбитых на три группы. В каждую группу входили вышеперечисленные канаты. С этими группами имитировали технологию хранения в течение года в различных условиях.

3 воздействовали вышеперечисленные метеорологические условия и солнечные лучи (рис. 3).

Изменения средних длин полиамидных канатов, при нагрузке 5 и 238 кг, в группе 2, осуществленных в помещении фабрики орудий лова 10 и 13 февраля, соответственно, составили 245,9 мм и 241,7 мм в группе 3. Для полипропиленовых канатов, при этих нагрузках, изменения средних длин составили 68,2 и 68,3 мм, соответственно. Изменения средних длин полиэтиленовых канатов, при нагрузке 5 и 119 кг, в группе 2 составили 90,3 и 87,9 мм в группе 3. Начиная с 13 февраля 2021 г. на образцы группы 2, согласно методике эксперимента, не попадали солнечные лучи, а на группу 3 воздействовали все метеорологические условия и солнечные лучи.

В дальнейшем канаты, хранящиеся в ангаре и под открытым небом, промеряли через определенные промежутки времени (не реже 2 раз в месяц) непосредственно на месте их



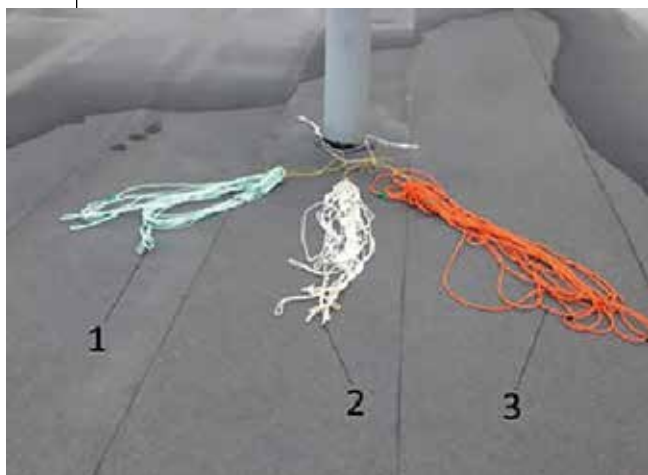
**Рисунок 1.** Хранение орудий лова в складских помещениях

Figure 1. Storage of fishing gear in warehouses



**Рисунок 2.** Хранение орудий лова под открытым небом на необорудованных площадках

Figure 2. Storage of fishing gear in the open air on unequipped sites



**Рисунок 3.** Имитация хранения образцов канатов под открытым небом, где:

1 – канат полипропиленовый; 2 – канат полиамидный; 3 – канат полиэтиленовый

**Figure 3.** Imitation of storing rope samples in the open air, where: 1 – polypropylene rope; 2 – polyamide rope; 3 – polyethylene rope

расположения (рис. 4) при нагрузке 5 кг [3], фиксируя, во время эксперимента, температуру и влажность воздуха, а в интервале между экспериментами заносили в журнал наблюдений суточные изменения погодных условий, используя информацию из интернета.

Исследования изменений линейных характеристик отрезков канатов были разбиты на два этапа. На первом этапе промеры канатов осуществляли в те дни, когда в ночное время отмечались отрицательные температуры. Второй этап характеризовался положительными температурами в процессе их хранения и эксплуатации.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На рисунке 5 показаны изменения среднего значения длин полиамидных канатов, в сравнении с контрольной группой, которые хранились в металлическом ангаре: группа 1, группа 2 – это полиамидные канаты на которые не попадали солнечные лучи, и группа 3 – это полиамидные канаты, на которые воздействовали все гидрометеорологические факторы, в том числе и солнечные лучи. На первом этапе наблюдений с 3 февраля по 23 марта среднее значение длины полиамидного каната группы 1 удлинились на 7,2 мм. В дальнейшем, при нарастании дневных температур от  $-7,9$  до  $4,2^{\circ}\text{C}$  и изменения влажности от 48 до 65%, среднее значение длины полиамидного каната увеличивалось от 1010,2 до 1014,1 мм.

На втором этапе наблюдений, в период с 8 апреля по 9 ноября, температура в ангаре изменялась от  $4,5$  до  $25,5^{\circ}\text{C}$ , а влажность варьировала от 40 до 91%.

Среднее значение длины полиамидного каната группы 1, с увеличением темпера-

туры, возрастало с 1011 до 1020,9 мм. Максимальное удлинение каната группы 1 отмечено 19 июля, при температуре воздуха в ангаре  $23,5^{\circ}\text{C}$  и влажности 91%, оно составило 9,9 мм по сравнению с промерами, проведенными 8 апреля, когда температура в ангаре была  $4,5^{\circ}\text{C}$ , а влажность – 40% (рис. 5). В дальнейшем, со 2 августа и по 13 сентября, при температуре воздуха в ангаре  $25,5$ - $16,0^{\circ}\text{C}$  и влажности 78-54%, практически не наблюдалось изменений средней длины канатов. 28 сентября отмечено увеличение средней длины канатов на 1,2 мм, но при этом температура воздуха и влажность в ангаре были близки по значению с предыдущим периодом. В дальнейшем, с понижением температуры в сентябре-октябре, отмечали уменьшение



**Рисунок 4.** Измерение длины образцов канатов, где: 1 – рулетка; 2 – верхняя марка; 3 – нижняя марка; 4 – груз массой 5 кг

**Figure 4.** Measuring the length of rope samples, where: 1 – tape measure; 2 – upper grade; 3 – lower grade; 4 – cargo weighing 5 kg

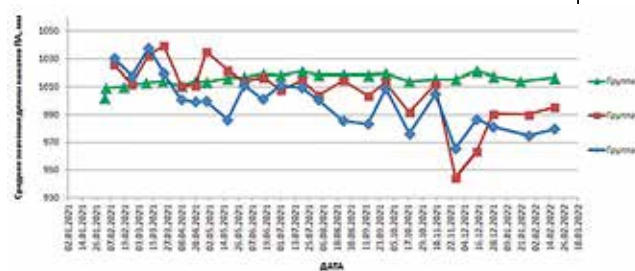
средней длины полиамидных канатов группы 1. Промеры 9 ноября показали некоторое увеличение длины канатов на 1,3 мм, в сравнении с предыдущим промером, хотя при этом температура в ангаре понизилась на 1,9°C, а влажность повысилась на 3%.

Начиная с 10 ноября установились отрицательные температуры и увеличилась интенсивность осадков в виде дождя и мокрого снега. В период измерений с 26 ноября по 18 февраля дневные температуры изменялись от - 4,4 до - 14,6 °C, а влажность – от 39 до 61%. 14 декабря отмечено некоторое удлинение канатов на 5,7 мм, по сравнению с 26 ноября. В дальнейшем погодные условия стабилизировались и до конца измерений средняя длина канатов практически не менялась.

Обобщая в целом характер изменения средней длины полиамидных канатов группы 1, можно отметить, что в течение года средняя длина канатов, при первом измерении в феврале 2021 г., составила 1009,4 мм, а в феврале 2022 г. – 1016,7 мм, т.е. произошло удлинение средней длины полиамидных канатов на 7,3 мм, что составило 0,7%.

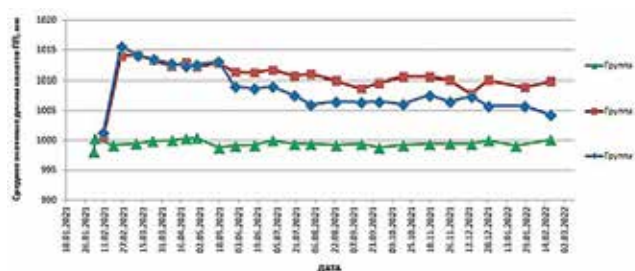
Промеры полиамидных канатов группы 2 на первом этапе, при отрицательных ночных температурах, осуществили 25 февраля, 11 и 24 марта. В этот период наблюдений погодные условия сопровождались большим количеством осадков в виде снега или снега с дождем, и исследуемые образцы канатов были влажными. Средние значения длин полиамидных канатов в группе 2 показали последовательное увеличение длины от 1012 до 1039 мм (рис. 5).

На втором этапе наблюдений, в период с 8 апреля по 9 ноября, среднее значение длины полиамидного каната группы 2, с увеличением температуры и изменением влажности, варьировало в существенных пределах. В начале эксперимента, 8 и 20 апреля, средняя длина канатов составляла порядка 1011 мм при температурах 4,5-11,0°C и влажности 40- 37%, соответственно, показав уменьшение средней длины на 28 мм по сравнению с промером 24 марта. В следующем промере 29 апреля отмечено заметное удлинение канатов на 25 мм, оно составило 1035,1 мм (рис. 5). Такое удлинение полиамидных канатов, на наш взгляд, произошло за счет намокания, так как с 24 по 27 апреля шли дожди при плотном тумане. Перед следующим промером 17 мая продолжались дожди и держался туман до 15 мая включительно. В дальнейшем, до дня следующего промера, установилась солнечная погода, канаты успели немного просохнуть, но не до конца. При этом их длина уменьшилась на 13,2 мм и в среднем составила 1021,9 мм. В последующие дни промеров, с повышением температуры, происходило уменьшение длины промеряемых канатов. 16 июня и 19 июля во время промеров отмечали повышенную влажность канатов, что привело к их удлинению



**Рисунок 5.** Изменение среднего значения длины полиамидных канатов при их имитации хранения в различных условиях

**Figure 5.** Change in the average length of polyamide ropes during their simulated storage under various conditions



**Рисунок 6.** Изменение среднего значения длины полипропиленовых канатов при их имитации хранения в различных условиях

**Figure 6.** Change in the average length of polypropylene ropes during their simulated storage under various conditions

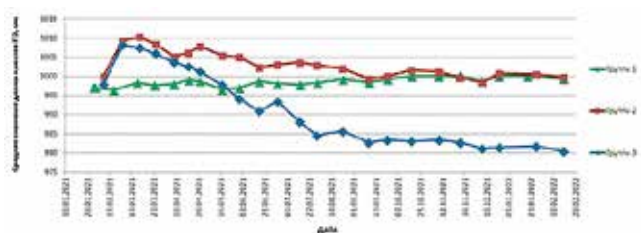
нию по сравнению с сухими канатами. Промер 2 августа показал наименьшую среднюю длину канатов за счет того, что в предшествующие дни перед промером стояла солнечная погода без осадков и тумана. Средняя длина каната составила 1003,4 мм при температуре 27,5°C и влажности 59%. Перед следующим измерением полиамидных канатов 23 августа в течение двух суток шли обильные дожди, и средняя длина канатов на момент промеров увеличилась на 10,5 мм. В промежутке между 23 августа и 13 сентября была переменная облачность, практически без осадков, и средняя длина канатов уменьшилась на 11,2 мм. За сутки перед промерами 28 сентября прошел сильный дождь, намочив канаты, и их средняя длина увеличилась на 9,8 мм. Перед промерами 18 октября в течение 3 суток стояла ясная погода без осадков, и во время промеров канаты были сухими и их длина уменьшилась на 21,8 мм. Промерам 9 ноября предшествовал сильный дождь, который шел в течение двух суток, и канаты были мокрыми, их длина увеличилась на 18,8 мм.

Как отмечено выше, с началом отрицательных температур, 10 ноября, прошли обильные осадки в виде ледяного дождя, что привело к намоканию канатов и их промерзанию. За счет этого средняя длина канатов,

во время промеров 26 ноября, уменьшилась на 67,5 мм и составила 944,5 мм. В дальнейшем погодные условия стабилизировались, канаты оттаяли и подсохли и их средняя длина, при промерах 28 декабря, составила 990,8 мм, а 20 января – 990,3 мм. В день заключительного промера, 18 февраля, шел снег и образцы группы 2 канатов были присыпаны снегом, что привело к увеличению их длины на 5,2 мм.

Обобщая в целом характер изменения средней длины полиамидных канатов группы 2, можно отметить, что в течение года средняя длина канатов, при первом измерении в феврале 2021 г., составила 1012,1 мм, а в феврале 2022 г. – 995,5 мм, т.е. произошло уменьшение средней длины полиамидных канатов на 16,6 мм, что составило 1,6%.

Результаты исследований среднего значения длины полиамидных канатов группы 3, при имитации хранения под открытым небом, представлены на рисунке 5. На первом этапе наблюдений, при отрицательных ночных температурах, 25 февраля, 11 и 24 марта было отмечено как увеличение длины поли-



**Рисунок 7.** Изменение среднего значения длины полиэтиленовых канатов при их имитации хранения в различных условиях

**Figure 7.** Change in the average length of polyethylene ropes during their simulated storage under various conditions

амидных канатов между промерами 25 февраля и 11 марта на 20,3 мм, так и укорочение на 18,3 мм при последующем измерении 24 марта.

На втором этапе наблюдений при положительных температурах, в период с 8 апреля по 9 ноября, среднее значение длины полиамидного каната группы 3, с увеличением температуры и изменением влажности, варьировало в существенных пределах. Так, в период измерений с 8 апреля по 17 мая отмечено уменьшение средней длины канатов на 17,3 мм. В следующем временном интервале отмечен рост средней длины канатов на 24,8 мм, потом уменьшение на 10 мм, при измерении 16 июня, и снова рост, при измерении 1 июля, на 10,3 мм. В дальнейшем, с 1 июля по 13 сентября, наблюдалось длительное уменьшение средней длины полиамидных канатов на 28 мм. Далее, при измерении 28 сентября, отмечено увеличение

на 25,3 мм, а 18 октября – уменьшение на 32,5 мм. На момент последнего измерения, при положительных температурах воздуха, средняя длина полиамидных канатов группы 3 составила 1005 мм, что привело к удлинению канатов на 28,7 мм. Столь существенные колебания средней длины полиамидных канатов можно объяснить изменениями гидрометеорологических условий в период наблюдений, которые подробно изложены выше при описании промеров канатов группы 2.

Как отмечено выше, с началом отрицательных температур, 10 ноября прошли обильные осадки в виде ледяного дождя, что привело к намоканию канатов и их промерзанию. За счет этого средняя длина канатов во время промеров 26 ноября уменьшилась на 39,6 мм и составила 965,4 мм. Когда погодные условия стабилизировались, канаты оттаяли и подсохли и их средняя длина при промерах 14 декабря составила 986,9 мм. Последующие два промера отмечали уменьшение средней длины канатов до 975 мм. В день заключительного промера, 18 февраля, шел снег и образцы группы 2 были присыпаны снегом, что привело к увеличению их длины на 4,7 мм.

Обобщая в целом характер изменения средней длины полиамидных канатов группы 3, можно отметить, что в течение года средняя длина канатов, при первом измерении в феврале 2021 г., составила 1017,5 мм, а в феврале 2022 г. – 979,7 мм, т.е. произошло уменьшение средней длины полиамидных канатов на 37,8 мм, что составило 3,7%.

Изменение среднего значения длины полипропиленовых канатов, при их имитации хранения в различных условиях, показаны на рисунке 6. На первом этапе наблюдений, с 3 февраля по 23 марта, среднее значение длины полипропиленового каната, хранящегося в металлическом ангаре (группа 1), удлинилось на 2,2 мм. В дальнейшем, при нарастании дневных температур от - 7,9 до 4,2°C и изменения влажности от 48 до 65%, среднее значение длины полипропиленовых канатов практически не менялось. При этом отмечено некоторое удлинение полипропиленового каната 9 марта при температуре воздуха 2,2°C и влажности 65%.

На втором этапе наблюдений, в период с 8 апреля по 9 ноября, среднее значение длины полипропиленового каната, хранящегося в металлическом ангаре, при изменении температуры и влажности в отмеченных пределах, практически не менялось. Изменения в сторону уменьшения или удлинения происходили в пределах 1-2 мм (рис. 6), что сравнимо с ошибкой измерения. При этом для полипропилена максимальное значение 1000,4 мм отмечено 29 апреля при температуре 9°C и влажности 72%, а минимальное значение 998,8 мм – 17 мая при температуре 16°C и влажности 53%. В дальнейшем, до 9 ноября, средняя длина полипропилена изменялась в пределах 1 мм.

С началом отрицательных температур и ухудшением погодных условий, как отмечено выше, изменение средней длины полипропиленовых канатов практически не происходило. Только 20 января 2022 г. средняя длина канатов уменьшилась на 0,9 мм по сравнению с промерами 28 декабря.

Обобщая в целом характер изменения средней длины полипропиленовых канатов группы 1, можно отметить, что в течение года средняя длина канатов, при первом измерении в феврале 2021 г. составила 1000,3 мм, а в феврале 2022 г. – 1000,1 мм, т.е. практически не изменилась.

Последующие промеры полипропиленовых канатов, хранящихся в тени (группа 2), на первом этапе при отрицательных ночных температурах, осуществили 25 февраля, 11 и 24 марта. В этот период наблюдений погодные условия сопровождались большим количеством осадков в виде снега или снега с дождем и исследуемые образцы канатов 2 группы, находящейся в тени, как и третьей, находящейся под открытым небом, были влажными. При этом изменения средних значений длин полипропиленовых канатов были незначительными – в пределах 1-2 мм.

На втором этапе наблюдений, в период с 8 апреля по 9 ноября, промеры среднего значения длины полипропиленовых канатов группы 2 показали, что изменения температуры в сторону увеличения или уменьшения и колебания влажности практически не влияют на изменения их линейных размеров (рис. 6). Максимальный средний размер 1012,9 мм был отмечен 20 апреля при температуре 11°C и влажности 37%. Минимум средней длины 1008,7 мм зафиксирован 13 сентября при температуре 19,3°C и влажности 50%.

С началом отрицательных температур с 10 ноября и ухудшением погодных условий, как отмечено выше, средняя длина канатов группы 2, при измерении 14 декабря, уменьшилась на 2,2 мм и в последующем, до 18 февраля 2022 года, практически не менялась.

Обобщая в целом характер изменения средней длины полипропиленовых канатов канатов группы 2, можно отметить, что в течение года средняя длина канатов, при первом измерении в феврале 2021 г., составила 1014 мм, а в феврале 2022 г. – 1009,8 мм, т.е. произошло уменьшение средней длины полиамидных канатов на 4,2 мм, что составило 0,4%.

Промеры полипропиленовых канатов группы 3, хранящихся под открытым небом при отрицательных ночных температурах (рис. 6), показали, что изменения средних значений длин полипропиленовых канатов были незначительными – в пределах 1-2 мм с тенденцией уменьшения средней длины канатов. На втором этапе наблюдений, в период с 8 апреля по 9 ноября, отмечено, что изменения температуры и колебания влажности

самых канатов оказывают некоторое влияние на их линейные размеры (рис. 6). Уменьшение средней длины полипропиленовых канатов отмечено в период наблюдений с 8 апреля по 18 октября, когда максимальная средняя длина составила 1012,8 мм, а минимальная – 1006,1 мм.

С началом отрицательных температур, с 10 ноября, и ухудшением погодных условий, как отмечено выше, средняя длина канатов группы 3, при измерении 26 ноября 2021 г. и в последующем 18 февраля 2022 г., отмечено уменьшение средней длины канатов с 1006,6 до 1004,3 мм

Обобщая в целом характер изменения средней длины полипропиленовых канатов канатов группы 3, можно отметить, что в течение года средняя длина канатов, при первом измерении в феврале 2021 г., составила 1015,6 мм, а в феврале 2022 г. – 1004,3 мм, т.е. произошло уменьшение средней длины полиамидных канатов на 11,3 мм, что составило 1,1%.

На рисунке 7 показаны изменения среднего значения длин полиэтиленовых канатов при их имитации хранения в различных условиях. Как отмечено в методике, после контрольных промеров, заготовленных отрезков канатов, в лабораторных условиях 2 февраля 2021 г. их поместили в металлический ангар и на следующий день, при температуре 16,3°C и влажности 40%, осуществили первый промер образцов канатов, находящихся в условиях, близких к условиям окружающей среды.

На первом этапе измерений, с 3 февраля по 23 марта, полиэтиленовый канат (группа 1) показал незначительное укорочение среднего значения длины на 0,1 мм. В дальнейшем, при нарастании дневных температур от - 7,9 до 4,2°C и изменения влажности от 48 до 65%, среднее значение длины полиэтиленовых канатов существенно не менялось. При этом отмечено некоторое удлинение полиэтиленового каната 9 марта на 1,8 мм при температуре воздуха 2,2°C и влажности 65%.

На втором этапе наблюдений, в период с 8 апреля по 9 ноября, среднее значение длины полиэтиленового каната (группа 1), хранящегося в металлическом ангаре, имело тенденцию к увеличению. При этом 17 мая отмечено незначительное укорочение средней длины канатов до 996,6 мм (рис. 7).

С началом отрицательных температур с 10 ноября и ухудшением погодных условий, как отмечено выше, в группе 1, при измерении с 26 ноября 2021 г. по 18 февраля 2022 г., практически не отмечено изменения средней длины полиэтиленовых канатов. При этом в интервале между 26 ноября и 14 декабря 2021 г. произошло уменьшение средней длины каната на 1,4 мм.

Обобщая в целом характер изменения средней длины полиэтиленовых канатов канатов

группы 1, можно отметить, что в течение года средняя длина канатов, при первом измерении в феврале 2021 г., составила 997,1 мм, а в феврале 2022 г. – 999,4 мм, т.е. произошло увеличение средней длины полиамидных канатов на 2,3 мм, что составило 0,2%.

Последующие промеры полиэтиленовых канатов группы 2 на первом этапе, при отрицательных ночных температурах, осуществили 25 февраля, 11 и 24 марта. В этот период наблюдений погодные условия сопровождались большим количеством осадков, и исследуемые образцы канатов группы 2, находящиеся под открытым небом, были влажными. При этом изменения средних значений длин полиэтиленовых канатов были в пределах 1-2 мм (рис. 7). Максимальное значение средней длины канатов 1010,4 мм было отмечено 11 марта 2021 года.

На втором этапе наблюдений, в период с 8 апреля по 9 ноября, среднее значение длины полиэтиленовых канатов группы 2 показали, что изменения температуры и колебания влажности практически не влияют на их линейные размеры, также как и у полипропиленовых канатов (см. рис. 6). Некоторое уменьшение средней длины полиэтиленовых канатов отмечено в период наблюдений с 29 апреля по 13 сентября, когда максимальная средняя длина составила 1007,9 мм, а минимальная – 999,4 мм, при температуре 11,9 и 19,3°C и влажности 46 и 50%, соответственно (рис. 7). На этапе с 28 сентября по 9 ноября 2021 г. отмечено как незначительное увеличение, так и уменьшение средней длины канатов.

С началом отрицательных температур, с 10 ноября и ухудшением погодных условий, как отмечено выше, при измерении с 26 ноября 2021 г. по 18 февраля 2022 г., практически не отмечено изменений средней длины полиэтиленовых канатов группы 2. Отклонения средней длины канатов в ту или другую сторону были практически в пределах ошибки измерения.

Результаты исследований среднего значения длины полиэтиленовых канатов группы 3, при имитации хранения под открытым небом, представлены на рисунке 7. Для этих канатов отмечено постепенное уменьшение средней длины как при отрицательных, так и при положительных температурах воздуха в период исследований с февраля 2021 по февраль 2022 года. Из графика видно (рис. 7), что у этих канатов отмечается постепенное уменьшение средней длины в период наблюдений.

Обобщая в целом характер изменения средней длины полиэтиленовых канатов группы 3, можно отметить, что в течение года средняя длина канатов в начале эксперимента была 1008,2 мм, а в конце – 980,5 мм, т.е. укорочение составило 27,7 мм, что соответствует 2,7%.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сравнивая средние значения длин полиамидных (рис. 5), полипропиленовых (рис. 6) и полиэтиленовых канатов (рис. 7), при имитации хранения в различных условиях, можно отметить, что канаты, хранящиеся в металлическом ангаре (группа 1) в меньшей степени подвержены изменениям их длины от гидрометеорологических условий в период наблюдений, тогда, как канаты, находящиеся в тени (группа 2) и под открытым небом (группа 3), показали некоторые изменения длин в сторону уменьшения, что зависело в основном от влияния на них осадков (группа 2) и солнечных лучей с осадками (группа 3).

Значения длин канатов групп 2 и 3 в период наблюдений были выше, чем у канатов группы 1. Подобное произошло из-за того, что канаты групп 2 и 3 перед началом эксперимента несколько суток выдерживались в морской воде и были подвержены нагрузкам, после чего были размещены в соответствующих условиях, как описано в методике эксперимента.

## ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Савченко А.Е., Мизюркин М.А., Кручинин О.Н., Шабельский Д.Л., Ваккер Н.Л., Захаров Е.А. Исследование линейных характеристик ячеи и канатных элементов, формирующих оболочку трала 104/576 м // мат-лы VI Междунар. науч. – техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2021а. – С. 125-137.
1. Savchenko A.E., Mizyurkin M.A., Kruchinin O.N., Shabelsky D.L., Wacker N.L., Zakharov E.A. Investigation of linear characteristics of mesh and rope elements forming the shell of the trawl 104/576 m // mat-ly VI International Scientific – technical. conf. of students, postgraduates and young scientists. – Vladivostok: Dalrybvtuz, 2021a. – Pp. 125-137.
2. Савченко А.Е., Мизюркин М.А., Шабельский Д.Л., Захаров Е.А., Ваккер Н.Л. Исследование удлинения канатов, применяемых в современных тралях, в процессе имитации хранения и эксплуатации в холодное время года // Научно-практические вопросы регулирования рыболовства: материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2021б. – С. 41-48.
2. Savchenko A.E., Mizyurkin M.A., Shabelsky D.L., Zakharov E.A., Wacker N.L. Investigation of the elongation of ropes used in modern trawls in the process of imitation of storage and operation in the cold season // Scientific and practical issues of fisheries regulation: materials of International Scientific and Technical. conf. – Vladivostok: Dalrybvtuz, 2021b. – Pp. 41-48.
3. Войниканис-Мирский В.Н. Технология постройки орудий промышленного рыболовства. – М.: Пищ про-сть, 1971. – 272 с.
3. Voynikanis-Mirsky V.N. Technology of construction of tools for industrial fishing. – M.: Food Industry, 1971. – 272 p.
4. Справочник по сетеснастным материалам и промысловому вооружению. – Владивосток: НПО Дальрыбсистемотехника, 1989. – 211 с.
4. Handbook of netting materials and commercial weapons. – Vladivostok: NPO Dalrybsystemotekhnika, 1989. – 211 p.