

УДК 677.664.22

**ПРИБОРЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЖЕСТКОСТИ КАНАТОВ****И. Ф. Головлев**

Для китобойного промысла большое значение имеет жесткость капроновых канатов, особенно гарпунного линя. Под жесткостью здесь подразумевается способность каната сопротивляться изгибу.

В ГОСТе 10293—62 «Канаты капроновые» для обозначения жесткости применен термин «гибкость». Этот термин нельзя признать удачным, так как в явлении продольного изгиба стержня гибкостью называется отношение

$$\lambda = \frac{\mu l}{i},$$

где  $l$  — длина стержня;

$\mu$  — коэффициент, зависящий от конструкции стержня, и опор;

$i$  — радиус инерции поперечного сечения относительно нейтральной оси.

Капроновые канаты применяются в отечественном китобойном промысле более 15 лет, но вопрос жесткости до сих пор не отработан. При рассмотрении проекта ГОСТа «Канаты капроновые» 14 сентября 1962 г. Государственный комитет стандартов, мер и измерительных приборов поручил Центральному научно-исследовательскому институту лубяных волокон (ЦНИИЛВ) до 1 января 1964 г. разработать методы определения гибкости и нормы гибкости для внесения их в ГОСТ.

Автор сделал попытку разработать приборы и методику для определения жесткости канатов, имея в виду главным образом нужды китобойного промысла.

В рыбной промышленности только китобойный промысел ставит вопрос о нормализации жесткости канатов. Это объясняется специфическими условиями работы. Например, гарпунный линь не должен быть слишком жестким, чтобы не затруднять полет гарпуна и чтобы его было легко укладывать в ящик перед выстрелом. В то же время он не должен быть слишком мягким, так как это приводит к образованию колышек на прядях и быстрому износу. На гарпунный линь (длиной 100—120 м) нормальной жесткости добывают до 20 китов. Если же линь не имеет нужной жесткости, то он может прийти в негодность после добычи 3—4 китов. Подобные требования предъявляются и к китобойному канату, который вручную укладывают в канатном ящике, в трюме,

поэтому он не должен быть слишком жестким. Канат при тяге загарпуненным китом вытаскивается с судна со скоростью до 600 м/мин. Если канат будет мягким, то легко будет путаться, образуя «жваки», которые, попадая в палубный клюз, вызывают обрывы каната.

В такой же степени жесткость канатов имеет значение и для вспомогательных промысловых целей (хвостовики и пр.).

По предложению китобойных организаций, в ГОСТ 10293—62 «Канаты капроновые» был включен п. 6: «Гибкость китобойных канатов и гарпунных линий должна соответствовать гибкости образца, принятого по соглашению сторон». Но пока не принят объективный показатель для определения жесткости (гибкости).

В связи с тем, что в 1966 г. ГОСТ «Канаты капроновые» будет пересматриваться, в него нужно будет включить нормализованные требования по жесткости.

Следует заметить, что канаты из растительных волокон (конопля, сизаль, манила) часто изготавливают для промысловых судов без соблюдения требований по жесткости. Обычно жесткие канаты плохо поддаются такелажной обработке (завязывание узлов, изготовление сплешней, огонов, оплеток), затрудняют производство промысловых операций. Поэтому проблему жесткости следует решить не только для капроновых канатов, но в равной степени и для растительных. Появляющиеся канаты из моноволокна следует также нормализовывать по жесткости.

До настоящего времени жесткость канатов для китобойного промысла определяют органолептически. Обычно это проводится так: канатный завод изготавливает несколько образцов канатов различной жесткости, из которых опытные гарпунеры выбирают канат нужной жесткости. По выбранному образцу завод начинает вырабатывать канаты. Но такой способ имеет недостатки:

невысокая точность способа и субъективность оценки жесткости; отсутствует объективный показатель жесткости;

требования по жесткости трудно унифицировать для всех канатных заводов из-за того, что они оборудованы различными канатовьющими машинами;

канатные заводы по выбранным образцам не обеспечивают выработки больших партий каната нужной жесткости.

Как известно, жесткость канатов зависит от крутки прядей перед свивкой их в канат, поэтому выполнение требований потребителей к канатам по жесткости не вызовет абсолютно никаких усложнений канатного производства. Придется только осуществлять строгий контроль за подкруткой прядей перед свивкой.

При разработке приборов и методики для определения жесткости канатов были использованы опытные канаты, изготовленные на Одесском канатном заводе. Были взяты четыре образца каната размером 105 мм (гарпунный линь) с различной жесткостью. Ниже приводится характеристика опытных образцов, составленная на основе органолептического определения жесткости:

№ 174 — по жесткости хороший, но повышенной крутки;

№ 351 — несколько повышенной жесткости;

№ 299 — нормальной жесткости, хороший;

№ 337 — весьма мягкий, неудовлетворительный.

При разработке методики исходили из того положения, что более жесткие канаты обладают повышенной сопротивляемостью изгибу, скручиванию, смятию. В основу разработки метода были взяты эти три вида механических деформаций.

Испытание каната на изгиб не вызывает сомнения в его объективности, так как воспроизводит картину деформации, которую испытывает канат в промысловых условиях. Испытание на скручивание и смятие можно назвать косвенными методами. Но и они, как ниже можно увидеть, дают объективную характеристику жесткости.

**Определение жесткости каната по деформации изгиба.** Схема испытания каната на изгиб представлена на рис. 1. В неподвижный винто-

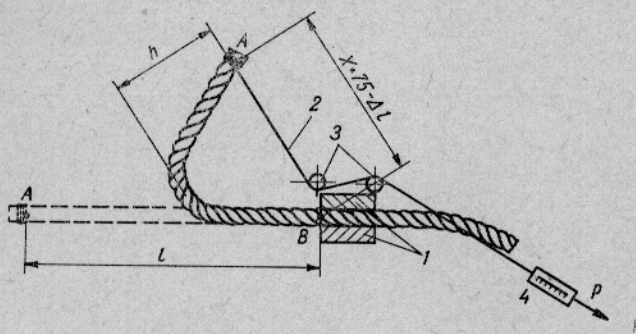


Рис. 1. Схема определения жесткости каната по деформации изгиба.

вой зажим 1, состоящий из двух колодок, закрепляется канат длиной около 80 см (влево от зажима). На расстоянии  $l=75$  см от левой кромки зажима крепится тяговая нить 2, которая пропускается через два направляющих блока 3 и кончается динамометром 4 грузоподъемностью 10 кг.

Перед началом испытания канат распрямляют, как показано на рисунке пунктиром. При тяге нити канат начинает изгибаться. Плоскость образующейся дуги каната горизонтальна.

Во время изгиба 5 раз фиксируют элементы образовавшейся дуги:

а) усилие в тяговой нити  $P$ ;

б) стрелу прогиба  $h$ ;

в) уменьшение расстояния между точками  $A$  и  $B$   $\Delta l$ . Оно определяется как  $75-x$ . (При этом для удобства обработки наблюдений принимаем  $x$  равным 60, 50, 40, 30, 20 см). Усилия фиксируются с точностью до  $\pm 0,2$  кг, расстояния до  $\pm 0,5$  см.

Стрела прогиба измеряется перпендикулярно тяговой нити до осевой линии каната в наиболее удаленной точке дуги. Точки  $A$  и  $B$  находятся на осевой линии каната.

Проведя серию из пяти замеров, канат распрямляют, поворачивают в зажиме на  $1/3$  оборота и снова проводят серию замеров, затем еще поворачивают на  $1/3$  оборота и снова проводят серию замеров.

Таким образом, канат подвергается трехкратному изгибу с поворотом плоскости изгиба каждый раз на  $120^\circ$ . Этим устраняется влияние односторонней напряженности каната.

Затем вычисляют значения изгибающих моментов для каждого замера (произведение усилия  $P$  на стрелу прогиба  $h$ ) и вычисляют средние значения изгибающих моментов по трем сериям измерений. Получив средние значения изгибающих моментов в  $\text{кг} \cdot \text{см}$  (табл. 1), строят график зависимости их от уменьшения расстояния  $\Delta l$  между точками  $A$  и  $B$ .

Таблица 1

$\Delta l$ , см	Номер образца			
	174	351	299	337
15	33,2	61,5	35,5	12,0
25	37,8	72,0	42,5	14,3
35	40,8	78,2	46,2	16,0
45	44,3	84,8	50,5	17,2
55	46,6	92,5	53,5	18,8

На рис. 2 показаны графики для четырех испытанных образцов.

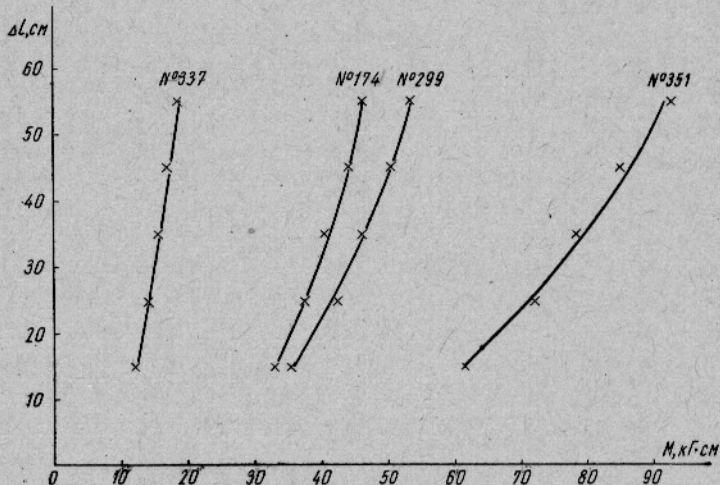


Рис. 2. График зависимости деформации изгиба от изгибающего момента.

Критерием жесткости каната по изгибу может служить величина изгибающего момента при расстоянии  $x=20$  см (что составляет уменьшение расстояния между точками  $A$  и  $B$   $\Delta l=55$  см). Тогда капроновые канаты размером 105 мм нормальной жесткости, предназначенные для гарпунного линия, должны характеризоваться изгибающим моментом в интервале от 35 до 55 кг·см (при длине испытываемого образца 75 см).

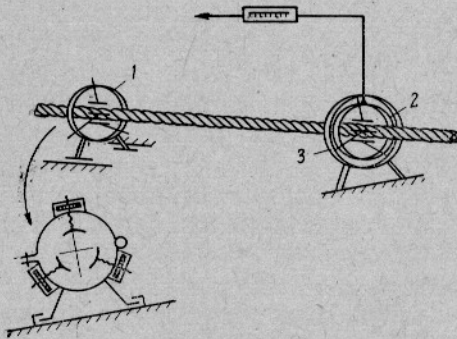


Рис. 3. Схема определения жесткости каната по деформации скручивания.

**Определение жесткости каната по деформации скручивания.** Схема испытания представлена на рис. 3. Образец каната одним концом закрепляется в зажиме 1 тремя кулачками с винтовым перемещением.

Зажим имеет возможность перемещаться в направляющих вдоль оси каната. Перемещение зажима необходимо для того, чтобы

устранить влияние укорочения образца при скручивании. Второй конец крепится в кулачковый зажим 2, который может вращаться в неподвижной обойме 3. Обойма 3 имеет винтовой разъем для того, чтобы помещать в него кулачковый зажим. Оба кулачковых зажима имеют разъемы для заводки в них каната. К кулачковому зажиму 2 крепится рычаг длиной 25 см, с помощью которого производится скручивание образца каната. Первоначальная длина между зажимами равна 50 см. Скручивание производится в сторону свивки каната. К концу рычага крепится динамометр, который фиксирует усилие скручивания. На обойме 3 закреплена градусная шкала для отсчета углов скручивания.

Во время скручивания нагрузка на динамометре фиксируется через 2 кг (с точностью до  $\pm 0,2$  кг), одновременно по градусной шкале отмечается угол скручивания (с точностью до  $\pm 1^\circ$ ).

Скручивание производится до усилия 10 кг, после этого рычаг отпускают и рукой возвращают в исходное положение. Затем канат снова скручивают еще 2 раза. По трем измерениям получают средние значения углов скручивания в град (табл. 2) для каждого значения крутящего момента и строят график. Этим способом были испытаны на жесткость те же четыре образца канатов (табл. 2).

Таблица 2

Момент скручивания, кг·см	Номер образца			
	174	351	299	337
50	155	65	106	310
100	239	127	171	407
150	300	191	222	490
200	358	230	263	542
250	—	272	293	580

На рис. 4 даны графики зависимости угла скручивания от приложенного момента.

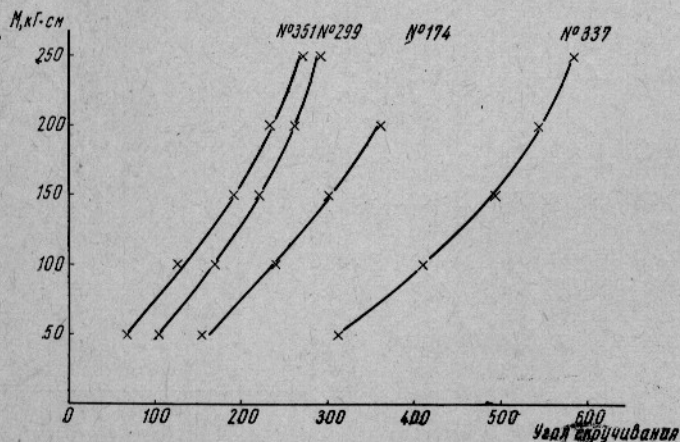


Рис. 4. График зависимости угла скручивания от крутящего момента.

Анализируя график, можно дать предварительное заключение о возможном допустимом диапазоне угла скручивания для гарпунного линия

нормальной жесткости размером 105 мм: от 290 до 370° при крутящем моменте, равном 250 кг·см.

**Определение жесткости каната по деформации смятия.** Схема испытания дана на рис. 5. Образец каната помещают между двумя зажимными колодками 1 длиной по 80 мм. Нижняя — неподвижная, верхняя — поднимается и опускается на рычаге 2. Нижняя колодка сменная, имеет толщину соответственно размеру испытываемого каната. Деформация смятия (уменьшение диаметра  $\Delta d$ ) определяется механическим индикатором 3 с точностью до  $\pm 0,01$  мм, закрепленным на неподвижном основании. Колодки имеют продольные желобки цилиндрического профиля с радиусом 60 мм и глубиной 2,5 мм. Желобки предназначены для более точного выдерживания расстояния  $l$ .

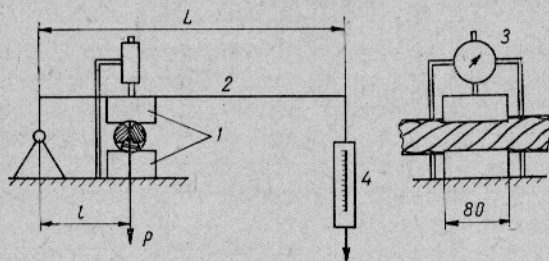


Рис. 5. Схема определения жесткости каната по деформации смятия.

Усилие сжатия  $P$  определяют по динамометру грузоподъемностью не менее 20 кг или сменными грузами на подвесе с учетом соотношения плеч рычага  $L$  и  $l$  (384 и 96 мм). Усилия сжатия каната фиксируют через 15—20 кг одновременно с показаниями индикатора. Смятие производится в трех разных местах образца. По трем измерениям вычисляют средние величины деформации в мм (табл. 3) для каждой нагрузки и по полученным данным строят график.

Таблица 3

$P$ усилие сжатия, кг	Номер образца			
	174	351	299	337
16	0,46	0,29	0,28	0,63
32	0,97	0,56	0,65	1,46
48	1,46	0,80	1,02	2,02
64	1,83	1,03	1,34	2,57
80	2,18	1,24	1,63	2,96

В табл. 3 даны результаты испытаний на смятие тех же образцов.

На рис. 6 приведены графики смятия по данным таблицы.

Диапазон деформации смятия для канатов нормальной крутки размером 105 мм ориентировочно составляет от 1,5 до 2,1 мм при давлении на поверхность образца 80 кг.

Изложенными методами могут быть установлены диапазоны моментов изгиба, углов скручивания и деформаций смятия для канатов других размеров и назначений.

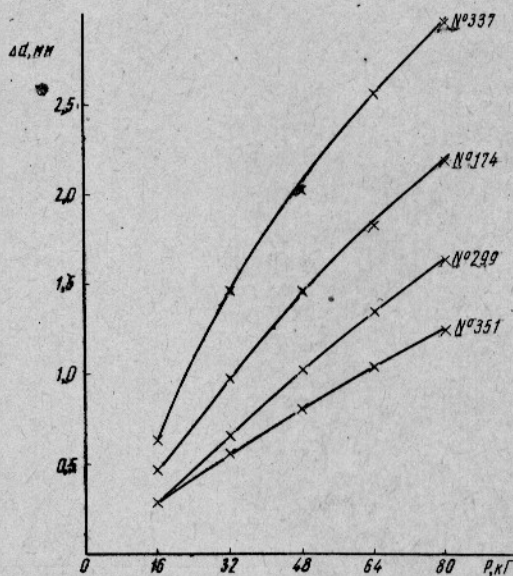


Рис. 6. График зависимости смятия от прилагаемого усилия

Сравнивая результаты трех методов определения жесткости канатов (см. рис. 2, 4, 6), можно видеть, что графики жесткости представляют собой плавные кривые линии, располагающиеся для всех четырех образцов в одинаковой последовательности в зависимости от величины жесткости. Это указывает на то, что все предлагаемые методы можно считать достаточно объективными для характеристики жесткости.

### ВЫВОДЫ

1. Предлагаемые методы дают объективную характеристику жесткости канатов. Наиболее приемлемым следует считать способ определения жесткости канатов по изгибу, хотя он и требует вырезания образцов из бухты. Способ определения жесткости по смятию можно применять, не разрезая бухты, что является хорошим методом для определения жесткости эксплуатируемых канатов и в качестве экспресс-метода в канатном производстве. Способ определения жесткости капроновых канатов по скручиванию не следует рекомендовать для внедрения в промышленность, так как он дает большие отклонения отдельных измерений от средних величин. Однако не исключено, что этот способ окажется более объективным для канатов, изготовленных из других материалов.

2. Предлагаемая методика и приборы могут быть использованы как для контроля качества канатов при их изготовлении на предприятиях, так и для составления технических требований на канаты разного назначения и изготовленных из различных материалов.

3. Определению жесткости и выбору диапазонов ее для капроновых канатов различных размеров и назначений (методом изгиба или смятия) должна быть посвящена специальная исследовательская работа, в результате которой должен быть получен проект норм жесткости канатов для внесения в ГОСТ.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Баранов Ф. И. Техника промышленного рыболовства. Пищепромиздат, 1960.
  2. Платова А. Д. Исследование усталости нитей и пряжи при многократных изгибах. Труды Московского научно-исследовательского текстильного института. Т. XIV. Гизлегпром, 1954.
  3. Соловьев А. Н. и Кукин Г. Н. Текстильное материаловедение. Гизлегпром, 1955.
-