

КЛАССИФИКАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ КАБЕЛЬ-ТРОСОВ ДЛЯ ПОДВОДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

К. С. Трунин, канд. техн. наук, доц.

Национальный университет кораблестроения, г. Николаев

Аннотация. Разработана классификация кабель-тросов, изготовленных на базе технологий с использованием новых материалов и применяемых в подводных привязных и буксируемых системах.

Ключевые слова: кабель, кабель-трос, буксируемый кабель-трос, подводные привязные системы, подводные буксируемые системы.

Анотація. Розроблено класифікацію кабель-тросів, виготовлених на базі сучасних технологій з використанням нових матеріалів і застосовуваних у підводних прив'язних та буксированих системах.

Ключові слова: кабель, кабель-трос, буксирований кабель-трос, підводні прив'язні системи, підводні буксировані системи.

Abstract. The classification of cable-ropes has been developed on the basis of modern technologies with the use of new materials. New modern cable-ropes are used in the subaquatic lashing and towing systems.

Keywords: cable, cable-ropes (SPC), towing cable-rope, subaquatic lashing system, subaquatic towing system.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

В последнее время наиболее используемыми в подводных привязных системах (ППС) и подводных буксируемых системах (ПБС) в качестве гибких связей (ГС) выступают кабель-тросы (КТ). Их появление стало возможным благодаря использованию новых материалов и технологий изготовления, что позволило соединить воедино трос и кабель и получить при этом свойства, которыми они не обладали по отдельности.

Особенностью современных КТ для подводных исследований является то, что они способны передавать на подводные и буксируемые объекты не только электроэнергию, но и управляющие импульсы, обеспечивая связь судна-носителя с буксируемым (или подводным привязным) объектом. При этом они могут выполнять и функции силового элемента – троса, в качестве которого ранее использовался стальной трос.

Попытки создания кабелей делались еще в начале XIX в. Пригодные для эксплуатации кабели связи (КС) появились в результате широкого применения электрической свечи русского ученого П.Н. Яблочкова. Затем с развитием центральных электрических станций стали делать КС и на более высокие напряжения (до 6000 В). В конце XIX в. сооружаются городские кабельные сети в Петербурге и Москве. В 1912 г. были созданы первые КС на напряжение 20000 В, а в 1930 г. ленинградский завод «Севкабель» выпустил КС на 110000 В, а затем стал производить КС и на 220000 В [7].

Появление кабелей в морском деле можно отнести к 1850 г., когда 28 августа паровой буксир «Голиаф» за один день проложил первый морской кабель, соединивший английский город Дувр с французским городом Кале. Кабелем его можно было назвать лишь условно. Это была медная жила диаметром 2 мм, по-

крытая слоем гуттаперчи толщиной 5,5 мм. По проводу толщиной с мизинец сумели передать лишь несколько слов, после чего он был случайно оборван рыбацкой снастью [24].

В последнее время перечень КТ, используемых в подводных исследованиях, намного расширился и требует создания их классификации, что позволит проектанту лучше ориентироваться во всем их многообразии. Кроме того, классификация как база данных служит основой для решения научных задач, например по совершенствованию проектирования ГС: при использовании алгоритма проектирования ГС ППС и ПБС (и выборе новой ГС) наличие классификации современных КТ позволит более правильно осуществлять подбор необходимого КТ для проектируемой ППС или проектировать новые КТ.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Автор, изучая данную проблему [1–6, 10–16, 23, 25, 27, 29–31], не обнаружил приемлемой классификации КТ. Существуют отдельные, упрощенные подходы к классификации современных КТ для подводных исследований.

В [13] приводится описание буксирно-кабельной части ПБС, однако не рассмотрены конструкции и классификация КТ для ПБС (очевидно, их в то время не существовало).

В [10] рассмотрены тросовая часть ПБС (стальные и искусственные канаты и тросы), а также схема сечения грузонесущего кабеля (ГК). Приведены ссылки на производителей ГК: американскую фирму «Amergraph» и французскую фирму «Les cables de Lyon».

Кабели, предназначенные для прокладки под водой и подводных работ, изготавливают с медными

токопроводящими жилами, резиновой изоляцией и защитной оболочкой из резины. Для повышения механической прочности в кабелях марок КЭС, КРП, КСБШУ и КСДП предусмотрен трос (сердечник) из стальных проволок, изолированный резиной. Кабели марок СПК, КЭС, КСДП и КРП герметизированы в продольном направлении. Наименование марок и основные сведения для предварительного выбора кабеля при проектировании приведены в [29, табл. 1 на с. 51].

В.С. Ястребов [31, с. 92] использует термин «трос-кабель». Он отмечает, что в качестве грузонесущего элемента используют как обычные тросы, находящиеся в центре кабельной линии (кабель-трос), так и наружную стальную двухслойную оплетку с информационными и электрическими силовыми жилами кабельной линии внутри. При больших глубинах буксировки предпочитают трос-кабели, которые обладают большей грузонесущей способностью, надежны в эксплуатации, а их конструкция статически устойчива.

В [26] приведена классификация кабелей и проводов, признаки классификации следующие: назначение, величина линейного рабочего напряжения кабеля, тип изоляции, по признакам материала проводящих жил передаваемой энергии или информации, порядок передаваемой через кабели мощности, величина напряжения, тип изоляции, место прокладки и т. д.

В [18] приведен перечень морских кабелей, изготавливаемых Азовской кабельной компанией (табл. 1).

В [5, 6] приведены конструкции отдельных КТ и рассмотрены основы проектирования ППС, однако задача создания классификации КТ не ставилась.

В качестве буксира могут использоваться трос, кабель, буксирно-кабельная часть кабель-троса. Трос имеет ряд преимуществ перед другими типами буксиров. Он прост в изготовлении, дешев, обладает достаточно большой механической прочностью. Однако в этом случае необходимо использовать автономный измерительный комплекс, т. е. в носителе размещать датчики с регистрирующей аппаратурой или с устройствами, обеспечивающими передачу информации на судно без помощи кабеля. Такой комплекс будет достаточно сложным и дорогим [17].

В [9] рассмотрены конструкции волоконно-оптических кабелей (ВОК) для подводных линий связи. Конструкция подводных оптических кабелей связи выбирается в зависимости от вида водной системы (река, озеро, залив, островные протоки) и существующего риска, связанного с рыболовством [19, табл. 3].

Внешние ВОК прокладываются в разных условиях и могут подвергаться сильным природным воз-

действиям, поэтому при выборе кабеля необходимо предусматривать все возможные воздействия окружающей среды, в том числе обусловленные деятельностью человека [26, табл. 5–7].

Предельная глубина, которой может достигнуть ПБС, будет зависеть от отрицательной плавучести буксира, скорости буксировки, диаметра буксира и от его механической прочности. В табл. 2 приведены результаты расчетов для четырех типов кабель-тросов [14].

Приведенная в [20, с. 25] классификация кабелей в известной мере условна, однако позволяет систематически представить сведения о кабелях.

Кабели по признакам материала проводящих жил передаваемой энергии или информации делят на две группы:

- электрические с металлическими жилами;
- с оптическими волокнами (могут иметь и дополнительные металлические токопроводящие жилы).

Кабели электрические с металлическими жилами классифицируют по порядку передаваемой через кабели мощности, величине напряжения, типу изоляции, назначению и т. д. В соответствии с этим различают:

- кабели силовые низкого, среднего и высокого напряжений;
- кабели силовые гибкие;
- кабели управления;
- кабели контрольные;
- низковольтные провода и шнуры;
- кабели и провода связи;
- кабели радиочастотные;
- кабели специальные и др.

По назначению выделяют кабели:

- для передачи и распределения электроэнергии в осветительных и силовых электроустановках – силовые кабели;

- для проводной связи и сигнализации – кабели связи;

- для передачи энергии и сигналов на радиочастотах – радиочастотные кабели;

- для создания цепей контроля, сигнализации – контрольные кабели и др.

По типу изоляции различают силовые кабели:

- с бумажной изоляцией, в том числе пропитанные и маслonaполненные;

- с пластмассовой изоляцией;

- с резиновой изоляцией.

Выделяют силовые кабели с линейным рабочим напряжением: 1...10, 20...35 и 110...500 кВ.

По местам размещения выделяют кабели для прокладки:

- в земле (траншеях);

- в воздухе;

- в помещениях;

- под водой.

Таблиця 1. Результаты расчетов кабель-тросов

		КАБЕЛИ МОРСКИЕ [18]		
Тип	Марка кабеля	Конструкция исполнения	Примущественная область применения	Технические условия
Герметизируемые для высокочастотной связи	КСТ-9Г	Кабель судовой телевизионный с полиэтиленовой изоляцией, герметизированный, вид климатического исполнения В. Состоит из коаксиальной пары с номинальным сечением проводников 0,35 мм ² , двух служебных экранированных жил номинальным сечением 0,75 мм ²	Кабель предназначен для передачи электрической энергии и осуществления высокочастотной связи в аппаратуре в условиях нестационарной прокладки, номинальное электрическое напряжение: коаксиальная пара – 2000 В постоянного тока; служебных экранированных жил – 220 В переменного тока частотой до 400 Гц или 380 В постоянного тока	ТУ 16-705.442-86
		КТСМ-40	Кабель телевизионный камерный с полиэтиленовой изоляцией в поливинилхлоридной оболочке судовой, вид климатического исполнения УХЛ. Состоит из трех коаксиальных пар, двух высоковольтных жил и 43 служебных жил, в том числе 23 экранированных жил	ТУ 16-505.596-82
	СПВ-50	Кабель радиочастотный коаксиальный судовой герметизированный с внутренним проводником, токопроводящая жила скручена из семи медных проволок номинальным диаметром 1,33 мм с изоляцией из полиэтилена высокого давления, оплеткой внешнего проводника из медных проволок диаметром 0,30 мм, оболочкой из поливинилхлоридного пластика. В промежутках между всеми конструктивными элементами кабеля, за исключением промежутков между обмоткой, лентой и оболочкой, должен быть заполнитель из герметизирующего состава	Кабель предназначен для осуществления высокочастотной связи в диапазоне частот от 1700 МГц при стационарной прокладке в воздухе и морской среде. Номинальное испытательное переменное электрическое напряжение номинальной частотой 50 Гц в течение 1 мин. Изоляция коаксиальной пары 5000 В, электрическое сопротивление изоляции кабеля, пересчитанное на длину 1 км и температуру 20 °С не менее 1000 МОм, волновое сопротивление кабеля при номинальной частоте 10 МГц 50±5	ТУ У 31.3-32972989-001:2005
Грузонесущие	КГР-7-1,2М	Кабель-трос грузонесущий с изоляцией из облученного полиэтилена в резиновой оболочке семижильный	Кабель-трос грузонесущий модернизированный с номинальным разрывным усилием 12 кН (1200 кгс) напряжением силовых жил 2000 В и для телефонных жил 500 В	ТУ У 31.3-00217099-010-200
		КГМГ	Кабель предназначен для передачи информационных сигналов и питания погружных устройств напряжением 380 В, работающих в морских условиях при многократных спусках-подъемах	ТУ У 31.3-00217099-026:2005
	МК	МКО, МКО-1	Кабель предназначен для буксировки и питания подводных систем с номинальным рабочим напряжением силовых жил 660 В, вспомогательных жил 50 В, рабочей частотой сигнальной пары 115 кГц	ТУ У 31.3-00217099-020:2005
		МК-2	Кабель предназначен для буксировки и питания подводных систем с номинальным рабочим напряжением силовых жил 660 В, вспомогательных жил 50 В, рабочей частотой сигнальной пары 115 кГц	ТУ У 31.3-00217099-020:2005

Продолж. табл. 1

Тип	Марка кабеля	Конструкция исполнения	Преимущественная область применения	Технические условия
Специальные подводные	КЭСм	Кабель со стальным канатом, с отдельно экранированными медными жилами	Для питания сигнальных устройств, работающих под водой при переменном напряжении до 220 В частотой до 400 Гц или постоянном напряжении до 400 В	ТУ У 31.3-00217099-037.2006
	КРПм	Кабель со стальным канатом, с медными жилами	Для питания электроустановок, работающих под водой при переменном напряжении до 220 В частотой до 400 Гц или постоянном напряжении до 400 В	ТУ У 31.3-00217099-037.2006
	КСЫШу	Кабель для сигнальных буев со стальным канатом, с медными жилами	Для питания сигнальных буев переменным напряжением до 220 В частотой до 400 Гц или постоянном напряжении до 400 В	ТУ У 31.3-00217099-037.2006
	ГВРКм	Кабель глубоководный со стальным канатом с медными и сталемедными жилами	Для питания подводных электроустановок, работающих под водой при переменном напряжении до 380 В частотой до 50 Гц или постоянном напряжении до 700 В, с одновременным осуществлением громкоговорящей телефонной связи при переменном напряжении до 127 В частотой до 400 Гц или постоянном напряжении до 250 В	ТУ У 31.3-00217099-037.2006
	КСТм	Кабель сигнально-телефонный, со сталемедными жилами	Для сигнальной и телефонной связи, работающей под водой при переменном напряжении до 127 В частотой до 400 Гц или постоянном напряжении до 250 В	ТУ У 31.3-00217099-037.2006
	КСТГм	Кабель сигнально-телефонный, со сталемедными жилами, герметизированный	Для сигнальной и телефонной связи, работающей под водой при переменном напряжении до 127 В частотой до 400 Гц или постоянном напряжении до 250 В	ТУ У 31.3-00217099-037.2006
	КВГм	Кабель водолазный, со сталемедными жилами	Для телефонной связи, работающей под водой, при переменном напряжении до 127 В частотой до 400 Гц или постоянном напряжении до 250 В	ТУ У 31.3-00217099-037.2006
	КВТГм	Кабель водолазный, герметизированный, со стальным канатом, с медными и сталемедными жилами	Для производства водолазных работ с одновременным осуществлением телефонной связи и управления соответствующей аппаратурой. Медные жилы предназначены для работы при переменном напряжении до 220 В частотой до 50 Гц при постоянном напряжении до 400 В, а сталемедные жилы – при переменном напряжении до 127 В частотой до 400 Гц или постоянном напряжении до 250 В	ТУ У 31.3-00217099-037.2006

Таблиця 2. Результати расчетов кабель-тросов различных типов [14]

Тип КТ	Количество жил	Диаметр КТ d , мм	Отрицательная плавучесть P , кг/м	Разрывное усилие Q , кг	Скорость буксировки, уз	Предельная глубина H_{max} , м	Предельная длина L_{max} , м
КТО-4 (5)	3	22,8	0,342	3600	6	675	2450
					9	330	1830
					12	170	1300
					15	97	910
КСБ-6	7	16,5	0,586	6000	6	1340	4000
					9	775	3540
					12	435	2700
					15	220	2200
КОБД-6	1	9,0	0,255	6000	6	2800	9850
					9	1490	7930
					12	740	5400
					15	410	3800
КОБД-10	1	9,9	0,334	1000	6	4000	12800
					9	2180	10700
					12	1170	7850
					15	682	5700

В [21] приведена классификация коаксиальных кабелей. Рассматриваемые признаки классификации: конструктивные и электрические характеристики, наличие внутреннего проводника, наличие диэлектрика, наличие экрана, наличие троса (стальная проволока), наличие внешней оболочки (ПЭ, ПВХ), стандартная упаковка, волновое сопротивление, скорость распространения, затухание (на определенной частоте). Как видно, количество признаков незначительно.

В [22] приведены устройство, история создания, применение, классификация и обозначения коаксиальных кабелей.

Как отмечает В.В. Васильков [8], за рубежом общепризнанных руководств по проектированию кабелей для связи подводных аппаратов с судном обеспечения пока не разработано.

ЦЕЛЬ СТАТЬИ – разработать классификацию кабель-тросов, предназначенных для использования в морских привязных системах (МПС) при проведении подводных исследований.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Наиболее распространенными среди электро-механических кабелей, предназначенных для буксировки и обеспечения работы подводной аппаратуры, являются коаксиальные. Так, кабель-буксир глубоководной поисковой системы, разработанный научно-исследовательской лабораторией ВМС США [28], применялся при поиске подводных лодок и других затонувших объектов на глубинах до 6000 м. Его наружный диаметр 17,3 мм, разрывное усилие 1632 Н, масса погонного метра 1,03 кг (рис. 1).

При разработке новых кабелей особое внимание следует обращать на выполнение таких требований: сведение к минимуму скручивающих усилий; обеспечение высокой прочности и гибкости, стойкости к коррозии и истиранию, радиальной и продольной герметичности, простоты крепления датчиков к ка-

белю [28]. В качестве обязательного условия выдвигается требование о снижении массы кабеля.

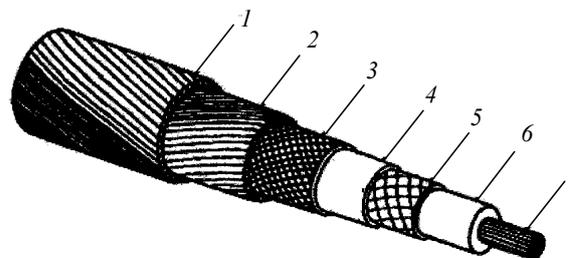


Рис. 1. Конструкция кабель-буксира системы NRL [28]: 1 – наружный повив из 24 проволок диаметром 1,8 мм; 2 – внутренний повив из 24 проволок диаметром 1,4 мм; 3 – подушка-оплетка из нейлона; 4, 6 – полиэтиленовые оболочки; 5 – медный экран-оплетка; 7 – центральный многожильный медный проводник

В [8] отмечается, что электро-механические подводные кабели должны удовлетворять следующим требованиям:

строительная длина от 180 м до нескольких километров;

наружный диаметр от 2,5 до 25,4 мм;

рабочая глубина от 0 до 6000 м;

срок службы от нескольких дней до 20 лет;

рабочее натяжение от 2,5 до 4500,0 кгс;

масса в воде $\pm 0,15$ кг/м.

Ранее как перспективные рассматривались кабели, в которых вообще не используются металлические материалы ни в качестве прочных элементов, ни в качестве электропроводников (например, кабель с полиэтиленовой изоляцией, содержащий токопроводящий полиэтиленовый гибкий стержень). Недостаток таких кабелей – высокое электрическое сопротивление. Использование многожильных кабелей (коаксиальных, витых пар и проч.) для передачи данных при современном уровне развития устройств сбора информации ведет к увеличению числа жил,

а значит, и диаметра кабеля. Переход на высокоскоростной канал связи и передачи данных позволяет передавать с телеуправляемого подводного аппарата телеметрию, гидролокационные данные и видео высокого разрешения в реальном времени по длинному кабелю (до 10000 м).

Конструкция и материалы кабеля для подводных телеуправляемых манипуляционных роботов (ПТМР) должны быть такими, чтобы кабель оказывал наименьшее влияние на подводный аппарат, т. е. имел минимальный диаметр и малую массу, одновременно обладал бы достаточной прочностью на разрыв и обеспечивал необходимый объем передачи энергии и информации [8]. Кабель ПТМР должен обладать механическими свойствами, например гибкостью, определяемой по минимальному (критическому) радиусу кривизны, до которого можно изогнуть кабель без механических повреждений. Кабели, у которых нагрузка достигает примерно 1/3 их разрывной прочности, должны допускать изгиб на радиусе, равном 19–24-кратному значению наружного диаметра. Кабель должен обладать стойкостью к перегибам, т. е. выдерживать несколько тысяч циклов перегибов на радиусе барабана кабельной лебедки.

Наряду с использованием традиционных материалов для силовых элементов, проводников, изоляции КТ в настоящее время появились новые материалы, ранее не применявшиеся при производстве кабельной

продукции (например, оптоволокно, кевлар и др.), использование которых открывает новые возможности для производства более совершенных КТ.

Все более широкое применение находит волоконная оптика в военном деле и военно-морской технике [17], что объясняется долговечностью, высоким качеством каналов и достоверностью передачи информации, возможностью организации связи в относительно короткое время при незначительных затратах сил и средств.

Опыт работы с подводными кабелями ведущих зарубежных фирм показал, что наибольшая часть разрушений кабелей является следствием таким причин: механического разрушения, скручивания с образованием петель, коррозии. Механическое разрушение включает в себя любые дефекты, возникающие в кабеле во время перевозки к месту работы, наматывания на барабан с помощью лебедки и развертывания с барабана.

Как отмечает В.С. Ястребов [31], при работах на глубинах более 2000 м передача электроэнергии с обеспечивающего судна становится все более затруднительной в связи с возрастанием электрического сопротивления кабеля.

На основе изложенного выше автор предлагает классификацию кабель-тросов для МПС (ППС и ПБС), используемых для подводных исследований, которая приведена в табл. 3.

Таблица 3. Классификация кабель-тросов для подводных исследований

Признак	Подпризнак	Вторичный признак
1. По назначению	Для передачи электроэнергии; для высокочастотной связи; для передачи информационных сигналов; грузонесущий; для буксировки и питания подводных систем; для питания сигнальных устройств; для питания сигнальных буюв; для питания электроустановок	
2. По виду (типу) морских систем, в которых используются	Для стационарных МПС; для ППС; для ПБС; для подводных кабельных магистралей связи	
3. По конструктивным признакам	Конструкция силового элемента	А – с центральным силовым элементом; В – с внешней встречновитой арматурой; С – с внешней плетеной арматурой
	Конструкция внешней оболочки	Мягкая (полиэфирная лента); жесткая
	Количество слоев оболочки	Однослойная (тип С); двухслойная (тип В); с параллельными волокнами центрального силового элемента (тип А)
	Тип материала наружной шланговой оболочки	Полиуретан; неопрен; поливинил; полиэтилен; хлорсульфоэтиленовый каучук

Продолж. табл. 3

Признак	Подпризнак	Вторичный признак
	Материал силового элемента	Сталь углеродистая; сталь нержавеющей; сплав никеля с кобальтом; титан; кевлар
	Свойства материала силового элемента	Абразивная стойкость; стойкость к раздавливанию; защищенность от рыб и морских животных; отношение прочности к массе; отношение прочности к диаметру; модуль упругости; длина при разрыве; отношение длины при разрыве к площади поперечного сечения; усталостная прочность; коррозионная стойкость; стойкость к намагничиванию
	Тип заполнителя (связующего)	Полиуретановая смола; полиэтиленовая паста ($\rho_{отн} = 0,851$); силиконовая паста ($\rho_{отн} = 1,631$); полиэтиленовый компаунд
	Конструкция секций	Силовая секция; электрическая секция
	Наличие грузонесущего элемента	Трос; арамидные нити
4. По техническим характеристикам	Наружный диаметр кабеля, мм	Номинальное сечение
	Длина, м	
	Строительная длина, м	240±20; 350±30; 500±50; 750±40
	Стандартная длина кабеля, м; расчетная масса (погонная масса, кг/м); радиус изгиба, м; масса кабеля на воздухе, кг/м; масса кабеля в воде, кг/м; расчетная плавучесть, ±%	
	Тип материала жил (проводников)	Медные; алюминиевые; сталь; биметаллы: Al+Cu; оптоволокно
	Номинальное сечение жил, мм	0,5...240,0 мм
	Номинальное рабочее напряжение силовых жил; номинальное рабочее напряжение вспомогательных жил; электрическое сопротивление токопроводящих жил; электрическое сопротивление изоляции токопроводящих жил; электрическое сопротивление изоляции всех жил; рабочая частота сигнальной пары; волновое сопротивление сигнальной пары; коэффициент затухания сигнальной пары; стойкость к перемоткам через ролик при натяжении (число циклов); герметичность в радиальном направлении; герметичность в продольном направлении; статический коэффициент безопасности	
5. По сроку службы	10–15 лет	

Продолж. табл. 3

Признак	Подпризнак	Вторичный признак
6. Механические свойства кабеля	Гибкость (минимальный радиус кривизны); скручивание; растяжение; коррозия; механическое разрушение; петлеобразование; прочность на разрыв; прочность при изгибе; разрывное усилие, кН; стойкость к удару, Дж (энергия удара); стойкость к вибрациям, Гц (ускорение, м/с ²); стойкость к раздавливающим усилиям; допустимое усилие растяжения	
7. Климатические факторы	Рабочие диапазоны температур	Температура воздуха –30...+50 °С; температура воды –4...+35 °С
	Устойчивость к влиянию повышенной влажности (%) при определенной температуре (например, +40 °С); устойчивость к влиянию инея, льда; устойчивость к влиянию солнечного излучения	
8. По нагрузке на кабель	Полезная нагрузка; нагрузка до разрушения одного элемента; количество циклов до разрушения; предельно допустимая рабочая нагрузка, кН; без нагрузки	
9. По степени плавучести	«0»-й плавучести; «+»-й плавучести; «-»-й плавучести; переменной плавучести по длине	
10. По рабочей глубине	Малые глубины (до 100 м); средние глубины (100...600 м); большие глубины (свыше 600 м); сверхбольшие глубины (свыше 2000 м)	
11. Влияние химических факторов	Устойчивость к влиянию повышенной концентрации озона; устойчивость к влиянию минеральных масел; устойчивость к влиянию нефти; устойчивость к влиянию других химических веществ; соляной туман	
12. Электрические характеристики	Электрические свойства кабеля	Сопротивление постоянному току в проводящих жилах; емкость на низких частотах; сопротивление изоляции после электризации; напряжение (постоянное и переменное); характеристический импеданс; сопротивление связи; ослабление сигнала
	Направление передачи информации	С–П; П–С; С–П и П–С; П–А; П–А и А–П; А–П; С–А
	В зависимости от нормативного режима информативности	Аналоговый тип линии связи; цифровой код
	По количеству линий передачи информации	Однолинейная; двухлинейная; многолинейная

Примечание. С – судно; П – промежуточное устройство; А – подводный аппарат.

ВЫВОДЫ

Анализ характеристик КТ для ППС или ПБС и их конструкций показывает, что наряду с общими требованиями (малый диаметр, масса, прочность при изгибе и т. п.) в зависимости от места кабеля в системе основными становятся те или иные критерии (параметры). Однако их учет является довольно сложным и громоздким. Необходимо отметить, что создание классификации КТ потребовало учета огромного количества параметров, иногда противоречащих друг другу.

Созданная классификация КТ позволит лучше ориентироваться в многообразии уже существующих и разрабатываемых кабель-тросов, послужит основой для создания информационной базы данных для их автоматизированного проектирования, даст возможность конструктору-проектанту более рационально осуществлять выбор (подбор) существующих КТ при проектировании ППС и ПБС либо создавать новые за счет изменения или введения новых признаков (параметров КТ), которые позволят проектировать кабель-тросы с новыми необходимыми (заданными) свойствами и параметрами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Барченков, С. Электроника в освоении океана [Текст] / С. Барченков // Зарубежное военное обозрение. – 1973. – № 8. – С. 64–70.
- [2] Блинцов, В. С. К определению величины питающего напряжения привязного самоходного подводного аппарата [Текст] / В. С. Блинцов // Электрооборудование судов : сб. науч. тр. – Николаев : НКИ, 1992. – С. 90–92.
- [3] Блинцов, В. С. Оптимизация параметров кабель-тросов подводных аппаратов [Текст] / В. С. Блинцов // Электрооборудование судов : сб. науч. тр. – Николаев : НКИ, 1992. – С. 74–78.
- [4] Блинцов, В. С. Особенности проектирования одного класса подводных электрических кабелей [Текст] / В. С. Блинцов // Электрооборудование судов : сб. науч. тр. – Николаев : НКИ, 1992. – С. 69–74.
- [5] Блинцов, В. С. Привязные подводные системы [Текст] / В. С. Блинцов. – К. : Наукова думка, 1998. – 231 с.
- [6] Блинцов, В. С. Проектирование самоходных привязных подводных систем [Текст] / В. С. Блинцов, В. Э. Магула. – К. : Наукова думка, 1997. – 139 с.
- [7] Большая советская энциклопедия [Текст] : в 51 т. – Т. 19 / гл. редактор Б. А. Введенский. – М. : Гос. науч. изд-во «Большая советская энциклопедия», 1954. – 608 с.
- [8] Васильков, В. В. Современные кабели для подводных телеуправляемых манипуляционных роботов [Текст] / В. В. Васильков // Судостроение за рубежом. – 1978. – № 7. – С. 39–48.
- [9] Денисов, С. Л. Подводные оптоволоконные линии связи. Укладка кабелей, конструкция и свойства кабелей, энергоснабжение линии, подводные оптические усилители [Электронный ресурс] / С. Л. Денисов // НТО «ИРЭ-ПОЛЮС». – Режим доступа: <http://www.ntoire-polus.ru>.
- [10] Динамика подводных буксируемых систем [Текст] / В. И. Поддубный, Ю. Е. Шамарин, Д. А. Черненко, Л. С. Астахов. – СПб. : Судостроение, 1995. – 200 с.
- [11] Директоров, Н. Волоконно-оптическая техника в подводных кабельных магистралях связи [Текст] / Н. Директоров, А. Катанович // Морской сборник. – 1987. – № 7. – С. 68–69.
- [12] Дмитриев, А. Н. Проектирование подводных аппаратов [Текст] / А. Н. Дмитриев. – Л. : Судостроение, 1978. – 237 с.
- [13] Егоров, В. И. Подводные буксируемые системы [Текст] : учеб. пособие / В. И. Егоров. – Л. : Судостроение, 1981. – 304 с.
- [14] Журавлев, В. Ф. Подводные буксируемые системы [Текст] / В. Ф. Журавлев, Г. В. Пузырев, А. Х. Тильман // Судостроение. – 1968. – № 11. – С. 18–21.
- [15] Иконников, И. Б. Подводные буксируемые системы и буи нейтральной плавучести [Текст] / И. Б. Иконников, В. М. Гаврилов, Г. В. Пузырев. – СПб. : Судостроение, 1992. – 224 с.
- [16] Ильин, В. Е. Подводные лодки России [Текст] : иллюстрированный справочник / В. Е. Ильин, А. И. Колесников. – М. : ООО «Издательство Астрель», 2001. – 288 с.
- [17] Картошкин, А. М. Об использовании волоконной оптики в военно-морской технике [Текст] / А. М. Картошкин, В. В. Олейниченко // Судостроение за рубежом. – 1976. – № 8. – С. 46–51.
- [18] Каталог продукции Азовской кабельной компании [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gosgog.ru>.

- [19] **Каток, В.** Волокно на весу [Электронный ресурс] / В. Каток, А. Ковтун, И. Руденко. – Режим доступа: <http://www.infocity.kiev.ua>.
- [20] Классификация кабелей и проводов : информационный меморандум [Электронный ресурс] // Севкабель холдинг. – С. 25. – Режим доступа: <http://www.sevcable.ru>.
- [21] Классификация коаксиальных кабелей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bobiki1994.narod.ru>.
- [22] Коаксиальный кабель [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki>.
- [23] **Кувшинов, Г. Е.** Системы управления глубиной погружения буксируемых объектов [Текст] : монография / Г. Е. Кувшинов, Л. А. Наумов, К. В. Чупина. – Владивосток : Дальнаука, 2005. – 285 с.
- [24] **Лакерник, Р.** У телефона – континент [Текст] / Р. Лакерник, Д. Шарле // Наука и жизнь. – 1988. – № 8. – С. 56–61.
- [25] **Нужный, С. Н.** Расчет электрических характеристик кабель-троса поискового подводного аппарата [Текст] / С. Н. Нужный // Электрооборудование судов : сб. научн. тр. – Николаев : НКИ, 1992. – С. 78–84.
- [26] Общие сведения о ВОК. Классификация оптических кабелей связи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ruscable.ru/info/optic/common/2.html>.
- [27] Особенности и отличия волоконно-оптических кабелей LAPP [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://market.elec.ru/nomer/12/lapp/>.
- [28] Подводные электромеханические кабели [Текст] // Судостроение за рубежом. – 1976. – № 8. – С. 88–90.
- [29] **Пошерстник, М. Ю.** Справочник по судовым кабелям и проводам [Текст] / М. Ю. Пошерстник, М. А. Салютин. – Л. : Судостроение, 1966. – 252 с.
- [30] Привязные подводные системы. Прикладные задачи статики и динамики [Текст] / Н. И. Виноградов, М. Л. Гутман, И. Г. Лев, М. З. Нисневич. – СПб. : Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2000. – 324 с.
- [31] Принципы построения технических средств освоения океана [Текст] / под ред. В. С. Ястребова. – М. : Наука, 1982. – 325 с.

© К. С. Трунін

Надійшла до редколегії 30.04.13

Статтю рекомендує до друку член редколегії Вісника НУК
д-р техн. наук, проф. В. С. Бліщов

Статтю розміщено у Віснику НУК № 3, 2013