

Кабельная продукция арктического исполнения от научно-производственного предприятия «Спецкабель»

ENG



А.В. Лобанов



В.О. Левчук

А.В. Лобанов, К.Т.Н.,
В.О. Левчук, К.Т.Н.



/ООО НПП «Спецкабель»,
г. Москва,
Тел. +7 495 134-21-34
info@spetskabel.ru

Arctic Cable Products
Produced by "Spetskabel"
Research and Production
Company

A.V. Lobanov, PhD, V.O. Levchuk, PhD
/"Spetskabel" NPP LLC, Moscow/

Представлена инновационная кабельная продукция, разработанная с учетом ее эксплуатации в арктических условиях, на морских платформах, подводных роботизированных и добычных комплексов, на судах и плавучих сооружениях и т.д. Кабели серии СКАБ® обладают высокой стойкостью к внешним воздействующим факторам и агрессивным средам и превосходят по эксплуатационным характеристикам большинство аналогичных кабелей зарубежного и российского производства.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: морская ледостойкая стационарная платформа (МЛСП), морозостойкие кабели, кабель универсальный групповой прокладки для контрольно-измерительных приборов и аппаратуры, кабели СКАБ®, кабель силовой герметизированный, высокочастотные симметричные кабели передачи данных, кабель судовой симметричный для передачи цифровых сигналов, фторопластовые кабели, радиочастотные кабели, кабели для космических аппаратов, волоконно-оптические кабели, подводные роботизированные и добычные комплексы, комбинированные грузонесущие кабели

The authors present the innovative cable products, developed for its special operation in Arctic conditions, at offshore platforms, subsea robotic production complexes, on vessels and floating facilities, etc. Cables of SCAB® series have high resistance to external factors and aggressive environments and exceed the performance characteristics of the major similar cables of Western and Russian make.

KEY WORDS: Sea ice-resistant stationary platform (SIRSP), frost-resistant cables, universal grouped cable for instrumentation and equipment, SCAB® cables, sealed power cable, high-frequency symmetrical data transmission cables, ship symmetrical cable to transmit digital signals, fluoroplastic cables, radio frequency cables, cables for spacecraft, fiber-optic cables, subsea robotic and production complexes, combined cargo-carrying cables

В экономической жизни России существенно возрастает роль освоения Арктики. Регион имеет огромное значение для обороны страны, ее экономики и научных исследований, в том числе фундаментальных. В целях обеспечения устойчивого развития районов арктической зоны Правительство Российской Федерации определило Арктику в качестве самостоятельного объекта государственной политики.

Сейчас активно разрабатываются объекты, комплексы и системы для надводной и подводной зон Ледовитого океана. Эти объекты и комплексы должны быть взаимосвязаны кабельными системами. Исходя из целей и задач новых проектов ООО НПП «Спецкабель» в 2014 году присоединился к технологической платформе «Освоение океана» и всю дальнейшую работу, связанную с разработками новой кабельной продукции, стал строить с учетом ее эксплуатации, в том числе и в Арктической зоне.

В рамках реализации «Основ государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшей перспективы» и «Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года» 15–16 мая 2014 года в Уральском федеральном университете прошла научно-практическая конференция, посвященная проблемным вопросам освоения Арктической зоны РФ. Участие в конференции приняли более ста ведущих специалистов и ученых из различных регионов России, в том числе сотрудники ООО НПП «Спецкабель». На конференции обсуждались проблемы создания над- и подводных роботизированных систем, технологии и конструкционные материалы, необходимые для морской арктической техники. От НПП «Спецкабель» был представлен доклад «Применение морозостойких кабелей и глубоководных разъемов в арктических условиях» на секционных заседаниях «Технологии создания морской арктической техники» и «Конструкционные материалы, применимые к условиям Арктики». Материалы этого исследования послужили отправной точкой для дальнейшего развития арктического направления в деятельности предприятия.

Для определения возможностей производства кабельной продукции специалистами НПП «Спецкабель» была проведена оценка распределения кабелей по сечениям и типам на морской ледостойкой стационарной платформе «Приразломная». Так, анализ номенклатуры применяемых на платформе кабелей показал, что примерно половина из них – это силовые кабели на напряжение 0,6/1 кВ, причем большей частью – сечением до 16 мм², а остальная часть – монтажные кабели и кабели для КИПиА на напряжение 150/250 В.

Изготовителем и поставщиком кабельной продукции для электромонтажа технологического оборудования на МЛСП являлось предприятие Kukdong Electric Wire Co., Ltd. Nexans company, входящее в корпорацию Nexans. По заказу Министерства промышленности и торговли Российской Федерации НПП «Спецкабель» на базе инновационных разработок в рамках программы по импортозамещению продукции были проведены соответствующие опытно-конструкторские работы. В результате НИОКР разработана большая группа морозостойких универсальных кабелей для наукоемких, стратегически важных отраслей промышленности России, в том числе для нефтяной, газовой и нефтехимической отраслей промышленности и электроэнергетики, а также для применения на судах и плавучих сооружениях, сертифицируемых в рамках Российского морского регистра судоходства.

Разработанная кабельная продукция подходит для условий Крайнего Севера при обеспечении работоспособности в температурном диапазоне от минус 88 до 125 °С при стационарной прокладке. Проведены испытания кабелей для электромонтажа при температуре минус 40 °С, а также испытания намотку и размотку силовых и высокочастотных симметричных кабелей для передачи данных при температуре минус 50 °С. Кабели подтвердили стойкость к указанным условиям эксплуатации.

При выборе материала для изготовления кабельной продукции специалистами НПП «Спецкабель» также учитывалось то обстоятельство, что на морских платформах применяются буровые растворы на масляной и полиэфирной основах. В итоге с учетом указанных особенностей по условиям эксплуатации были разработаны кабели универсальной групповой прокладки для контрольно-измерительных приборов и аппаратуры, выпускаемые под торговой маркой СКАБ® (производятся в различных безгалогенных оболочках, в том числе в оболочке из термопластичного полиуретана для эксплуатации на открытом воздухе при температуре от минус 88 до плюс 125 °С) (рис. 1).

Такие кабели предназначены для общепромышленного применения, в том числе на судах и плавучих сооружениях. Они используются:

- в силовых цепях с номинальным напряжением до 660 В переменного тока частотой до 400 Гц, в том числе во взрывоопасных, пожароопасных и взрывопожароопасных зонах;

- в слаботочных цепях для аналоговой и цифровой связи и цепей контроля в соответствии со стандартом EN 50288-7, а также в системах автоматики для передачи данных с использованием токовой петли от 4 до 20 мА, организованных по HART-протоколу,



Рис. 1. Кабель универсальный групповой прокладки для контрольно-измерительных приборов и аппаратуры

в системах цифрового обмена данными Foundation Fieldbus, в системах передачи данных со скоростью 31, 25 кбит/с тип 1 и 3 по МЭК 61158-2 и в системах передачи данных RS-485 тип 4 по МЭК 61158-2.

Кабели являются объектами технического наблюдения РМРС, могут использоваться на нефтяных платформах для силовых цепей и систем связи при температуре от минус 88 °С.

Кабели данной серии выпускаются в огнестойком и неогнестойком исполнениях в соответствии с ТУ 16.К99-061-2013 под зарегистрированным товарным знаком СКАБ®, а также по ТУ 27.32.13-099-47273194-2020 – на СКАБ-С (кабели для экстремальных условий эксплуатации) и ТУ 27.32.13-106-47273194-2021 – на СКАБ-М (кабели универсальные на напряжение до 1 кВ).

Кабели СКАБ® могут содержать от 1 до 61 токопроводящей жилы, пары жил, троек и четверок с сечением токопроводящих жил от 0,35 до 6 мм². Они соответствуют требованиям нормативных документов «Технического регламента о пожарной безопасности», в том числе установленным ГОСТ 31565-2012 (п. 5.3, ПРПП 16) по нераспространению горения при групповой прокладке и имеют сертификат Таможенного Союза.

Кабели соответствуют требованиям искробезопасной электрической цепи, ГОСТ Р МЭК 60079-25, для прокладки во взрывоопасных зонах 0, 1, 2, 20, 21, 22 классов по ГОСТ ИЕС 60079-14. Огнестойкие кабели сохраняют работоспособность в условиях пожара при температуре пламени до 850 °С в течение 180 мин.

Кабели серии СКАБ® производства завода «Спецкабель» превосходят по эксплуатационным характеристикам большинство аналогичных кабелей зарубежного и российского производства.

СКАБ® могут применяться не только как кабели для контрольно-измерительных приборов и передачи данных, но и как кабели управления, работающие в различных комплексах измерения, регулирования,

контроля и управления системами автоматики напряжением до 300 В переменного тока с частотой до 10 кГц и выше. Это позволяет сократить номенклатуру применяемых кабелей.

Аналогичная кабельная продукция разработана для применения на объектах оборонного назначения:

■ Силовые и контрольные кабели, предназначенные для стационарной одиночной и групповой прокладки, в том числе при воздействии гидростатического давления до 10 МПа, в сооружениях и объектах морской техники и для применения в электрических установках, в осветительных силовых сетях, в цепях управления и контроля, в том числе в системах противопожарной защиты, на номинальное напряжение до 0,6/1,0 кВ частоты до 400 Гц или постоянное напряжение до 1500 В включительно в диапазоне температур от минус 60 до 85 °С, изготавливаемые по ФЖТК.358600.077ТУ (**рис. 2**). Кабели сохраняют работоспособность в условиях воздействия открытого пламени до 850 °С в течение 180 мин.

Кабели соответствуют требованиям искробезопасной электрической цепи, ГОСТ Р МЭК 60079-25, для прокладки во взрывоопасных зонах 0, 1, 2, 20, 21, 22 классов по ГОСТ ИЕС 60079-14.

■ Серия высокочастотных симметричных кабелей передачи данных, в том числе герметизированных, с продольной и радиальной стойкостью до 10 МПа, предназначенных для групповой прокладки в структурированных кабельных сетях в сооружениях и объектах морской техники и обеспечения передачи цифровых и аналоговых сигналов на частотах от 100 до 1000 МГц при воздействии температуры окружающей среды от минус 60 до 100 °С. Изготавливаются по различным техническим условиям в соответствии с частотным диапазоном передачи данных (пример такого кабеля приведен на **рис. 3**).

Предприятием впервые в России разработаны высокочастотные симметричные кабели на фторо-

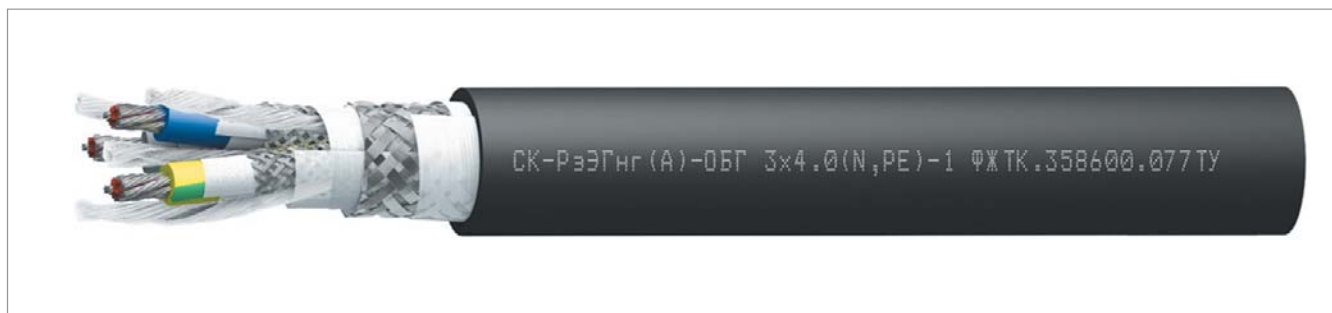


Рис. 2. Кабель силовой герметизированный на номинальное напряжение 1 кВ



Рис. 3. Кабель судовой симметричный для передачи цифровых сигналов



Рис. 4. Унифицированная серия радиочастотных кабелей обычной теплостойкости, не распространяющих горение

пластиковых материалах с частотой передачи данных в диапазоне от 100 до 1000 МГц при воздействии температуры окружающей среды от минус 80 °С до 165 °С, изготавливаемые по ФЖТК.357400.095ТУ. Фторопластовые кабели отличаются высокой стойкостью к внешним воздействующим факторам и агрессивным средам.

■ Радиочастотные кабели для передачи сигналов обычной и повышенной теплостойкости, работающие в частотном диапазоне до 40 ГГц. Разработана унифицированная серия кабелей с волновым сопро-

тивлением 50 и 75 Ом, которые применяются в судостроении и обладают различной стойкостью к воздействию температуры окружающей среды от минус 60 до 165 °С и изготавливаются по ФЖТК.358800.053ТУ, ФЖТК.358800.089ТУ и другим техническим условиям (пример таких кабелей приведен на рис. 4).

■ Кабели для космических аппаратов. С целью создания спутниковой группировки для обеспечения связи, развития инфраструктуры Арктической зоны, проведения исследований и зондирования надводной и подводной территорий Ледовитого оке-

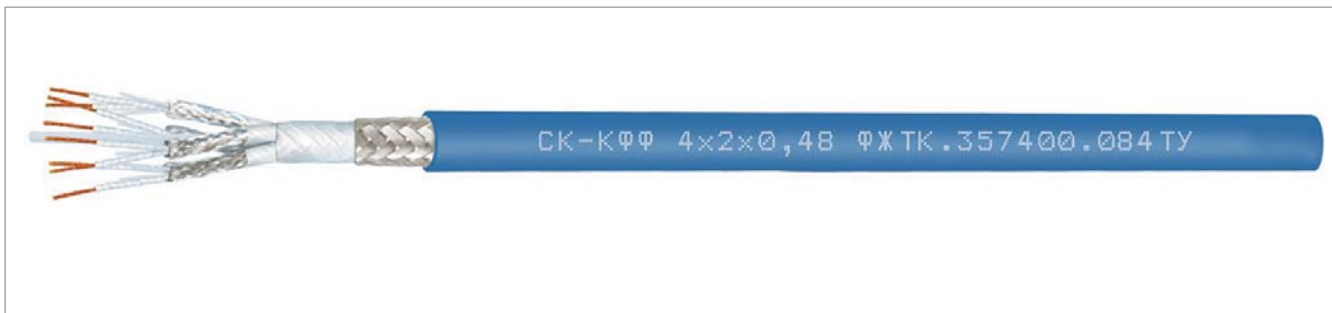


Рис. 5. Высокочастотный симметричный кабель для комплектования ракетно-космических систем, имеющих встроенные распределенные и параллельные информационно-вычислительные и управляющие комплексы, работающие в реальном времени с использованием технологии SpaceWire

ана, получения метеоданных, обеспечения национальной безопасности в районах Крайнего Севера и Ледовитого океана проведено импортозамещение в обеспечении кабельной продукцией космических систем. С этой целью разработаны высокочастотные симметричные кабели, изготавливаемые по ФЖТК.357400.084ТУ, ФЖТК.357400.085ТУ (пример такого кабеля представлен на **рис. 5**).

■ Волоконно-оптические кабели широко применяются, в том числе герметизированные. Волоконно-оптическая передача информации позволяет при небольших массогабаритных размерах обеспечивать передачу информационных потоков на большие расстояния. Кабели применяются при температуре окружающей среды от минус 60 до 85 °С, изготавливаются по ФЖТК.357400.094ТУ и по ФЖТК.357400.100ТУ (герметизированные с продольной и радиальной стойкостью до 10 МПа).

Важным моментом в использовании кабелей является возможность и удобство их электро монтажа в различных климатических условиях. Технологиям электро монтажа предприятие уделяет большое

внимание. Вся кабельная продукция оборонного назначения, разрабатываемая для морской техники и применяемая в судостроении, сопровождается разработкой технологических инструкций ее электро монтажа. Технология электро монтажа, разрабатываемая АО «СПО «Арктика» для НПП «Спецкабель», допускает ремонт кабельных изделий, проложенных на объектах судостроения. Однако для кабелей высокочастотной передачи сигналов такой ремонт практически невозможен в связи с высокими требованиями по нормированию параметров передачи сигналов. Поэтому для обеспечения удобства монтажа и замены (в случае обрыва или потери работоспособности) кабелей предприятием разработаны и серийно поставляются высокочастотные симметричные кабельные сборки с применением кабелей, разработанных НПП «Спецкабель», и высокочастотных соединителей, разработанных АО «Соединитель», а также фазостабильные радиочастотные кабельные сборки с применением фазостабильных радиочастотных кабелей повышенной теплостойкости и коаксиальных соединителей,



Рис. 6. Высокочастотные симметричные кабельные сборки, изготавливаемые по ФЖТК.685660.092ТУ – с пайкой контактов, ФЖТК.685660.093ТУ – с обжатием контактов



Рис. 7. Кабельные сборки фазостабильные радиочастотные повышенной теплостойкости на основе радиочастотных фазостабильных кабелей повышенной теплостойкости и высокочастотных коаксиальных соединителей, изготавливаемые по ФЖТК.685671.097ТУ

разработанных АО «Соединитель» (примеры таких кабельных сборок приведены на **рис. 6 и 7**).

Кабельные сборки поставляются с нормированными параметрами, и при возникновении аварийной ситуации они могут быть достаточно быстро заменены.

Кабельные сборки при необходимости могут комплектоваться в составные кабельные сборки, иначе говоря – в кабельные линии. Объекты морской и другой техники могут быть конструктивно выполнены с перегородками или переборками в зависимости от их назначения. В этом случае удобство электромонтажа обеспечивается кабельными линиями, которые нормируются по параметрам для обеспечения выполнения требований по передаче сигналов. Техническая реализация прохода через переборки, в особенности герметичные, при сохранении заданных требований по параметрам передачи сигналов является одним из проблемных вопросов для обеспечения удобства электромонтажа кабельной линии, позволяющего при необходимости заменить любую кабельную сборку в кабельной линии из состава имеющегося ЗИП. Разработав кабельные сборки, предприятие в дальнейшем предусматривает движение в направлении разработок различных кабельных линий.

Другим интересным для НПП «Спецкабель» направлением является сопровождение разработки подводных роботизированных и добычных комплексов. Предприятие является лидирующим в

области разработки герметизированных кабелей, имеет большое количество патентов на изобретения в этой области. В настоящее время уже разработаны герметизированные силовые и высокочастотные симметричные кабели, в том числе огнестойкие, но они ограничены глубиной применения до 1–1,5 км. Для подводных роботизированных и добычных комплексов, скорее всего, потребуются комбинированные и комбинированные грузонесущие кабели, возможно, нулевой плавучести, с большими глубинами применения, имеющие в конструкциях как медные токопроводящие жилы, так и оптические волокна, в зависимости от протяженности кабельных трасс.

Это новая область проведения исследований, и предприятие вплотную начинает ими заниматься. Скорость и масштабность исследовательских работ, конечно, требует больших финансовых вложений в закупку необходимого технологического и испытательного оборудования, поэтому такие НИОКР целесообразно проводить за счет не только собственных средств предприятия, но и бюджета. При этом необходимо отметить, что в процессе формирования потребности в подобных разработках целесообразно участие предприятий, проектирующих и создающих объекты, комплексы и системы для подводных роботизированных и добычных комплексов. При отсутствии технических требований к указанным объектам прогнозировать необходимые конструкции кабелей достаточно проблематично.