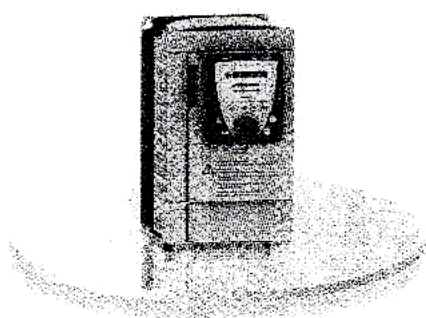




Преобразователи частоты **Altivar 71** К НОВЫМ *высотам!*



Altivar 71 представляет новейшее поколение преобразователей частоты концерна **Schneider Electric**.

Единая гамма до 500 кВт, безупречные характеристики, многофункциональность базового модуля и ... сохранение прежнего курса на простоту применения.

Открытый для всех коммуникационных сетей и адаптируемый к различным применениям преобразователь частоты **Altivar 71** предлагает оптимальные решения для задач любой сложности с учетом особенностей каждого механизма.

Представляем изделие концепции *Simply Smart!*

www.schneider-electric.com.ua
Служба информационно-технической поддержки 8 (044) 490-62-08
helpdesk@ua.schneider-electric.com



Для асинхронных двигателей мощностью от 0,37 до 500 кВт

Создание трансатлантического подводного телефона

Ю.В. Черников

(Окончание. Начало см. ЭП, № 10 – 11, 2007 г.)

В 1937 г. на англо-голландской линии «Олдборо – Домбург» длиной 150 км были проложены параллельно два коаксиальных кабеля. По каждому кабелю передавалось в одном направлении 16 телефонных каналов в спектре частот до 60 кГц. В 1940 г. в Англии был проложен экспериментальный коаксиальный кабель со сплошной полиэтиленовой изоляцией. Вскоре полиэтилен становится основным изоляционным материалом для подводных кабелей.

Однако как известно, коэффициент затухания кабеля увеличивается при возрастании частоты передаваемого сигнала. Следовательно, дальность телефонирования на высоких частотах в подводных многоканальных системах определяется верхним пределом несущих частот, мощностью передающего устройства и усилительной способностью приемного

Дальность телефонирования на высоких частотах в подводных многоканальных системах определяется верхним пределом несущих частот, мощностью передающего устройства и усилительной способностью приемного

экспериментальный кабель, проложенный в Ирландском море между островами Англси и Мэн. По коаксиальному кабелю длиной 82 км реализовывалось 48 каналов связи в диапазонах частот 16 – 208 и 312 – 504 кГц. В 1946 г. подводный усилитель был вмонтирован в кабель между Лоустофтом (Англия) и островом Боркум (Германия) в Северном море.

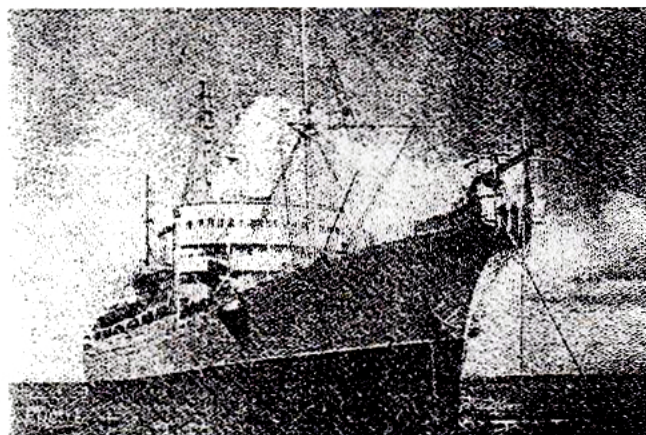
Длина этой линии составляла 366 км. По кабелю передавались частоты величиной до 43,4 кГц. В 1950 – 1956 гг. был проложен ряд морских кабельных телефонных линий с промежуточными ламповыми усилителями, число которых составляло от одного до семи. Самой длинной (566 км) была линия Абердин (Шотландия) – Берген (Норвегия), проложенная в 1954 г. Связь органи-

зовывалась по двухпроводной однокабельной системе с разделением спектра частот по обоим направлениям передачи. Все эти кабели с усилителями двухстороннего действия в механически жестких корпусах прокладывались на глубинах не более 500 м. Следует отметить, что эти британские двухсторонние подводные усилители, заключенные в массивные и тяжелые водонепроницаемые оболочки, требовали остановки судна-прокладчика кабеля для того, чтобы переправить такую трубу за борт и уложить ее на морское дно. Это несложно на небольших глубинах, но в океане остановка судна может вызвать закручивание кабеля и его повреждение. Объясняется это тем, что спирально наложенная проволока, которая образует броню кабеля, имеет тенденцию к раскручиванию, если кабель длиной в четыре-пять тысяч метров и весом в несколько тонн свободно повисает под кораблем. При остановке судна это явление вызывает выпирание отдельных проволок из повива брони, образование узлов и в результате повреждение кабеля. В случае, когда

судно имеет равномерный ход, опасность закручивания кабеля минимальна.

В эти же годы в США интенсивно велись работы по созданию глубоководных океанских подводных усилителей, не имеющих указанного выше недостатка британских подводных усилителей в жестких корпусах. Инженеры научно-исследовательского центра «Лаборатории Белла» сконструировали подводный усилитель одностороннего действия, смонтированный в гибком цилиндрическом корпусе, выполненном из сочлененных стальных колец. Такие усилители, каждый длиной около 2,5 м, диаметр которых (70 мм) лишь вдвое превышал диаметр кабеля (32 мм), встроенные в кабель заранее, при прокладке линии огибали шкивы кабелеукладочной машины, не препятствуя безостановочному ходу судна. Столь малый диаметр глубоководных гибких усилителей получился в результате того, что их спроектировали для передачи сигналов только в одном направлении. Аппаратура, предназначенная для усиления сигналов, передаваемых в обоих направлениях, просто не умещалась в таком усилителе. В отличие от американских, в английских усилителях для передачи как в одну, так и в другую стороны установлено по два параллельных усилительных комплекта, один из которых является резервным. Если один из них выйдет из строя, линия будет продолжать работать также эффективно.

В 1950 г. между Ки Уэст (Флорида) и Гаваной (Куба), расстояние между которыми составляет 220 км, были проложены два телефонных кабеля 3,52/12,7 с тремя гибкими усилителями в каждом на глубине до 1700 м.



В ноябре 1953 г. Британское ведомство связи, Канадская Корпорация трансокеанской связи и Американская телефонно-телеграфная компания подписали соглашение о прокладке первой трансатлантической телефонной линии, названной ТАТ-1. По технической стороне этого проекта его участниками были приняты следующие решения:

- американские усилители решили уложить по дну Атлантики и соорудить для этого две линии — одну для передачи сигналов с востока на запад, другую — для передачи в обратном направлении;

- английские усилители двухстороннего действия было предложено использовать в прибрежных водах, на небольшой глубине, а также на участке между Ньюфаундлендом и полуостровом Новая Шотландия, где предусматривалась прокладка только одной кабельной линии;

- телефонная связь Новой Шотландии с Нью-Йорком и Монреалем осуществляется по подземным коаксиальным кабелям и ультракоротковолновым радиорелейным линиям.

Следующая проблема, которую предстояло решить — это выбор трассы линии. Для телефонной линии выбрали трассу, лежащую севернее проложенных ранее через Атлантику телеграфных кабелей. Линия должна начинаться в шотландском городе Обан. На западном конце кабель должен выходить на берег у г. Кларенвилл (о. Ньюфаундленд). Вторая линия пойдет еще на 30 – 35 километров севернее, чтобы в случае необходимости подъема кабеля на поверхность обеспечить безопасность первой линии.

Общие затраты на реализацию данного технического проекта величиной 14 миллионов фунтов

В ноябре 1953 г. Британское ведомство связи, Канадская Корпорация трансокеанской связи и Американская телефонно-телеграфная компания подписали соглашение о прокладке первой трансатлантической телефонной линии, названной ТАТ-1

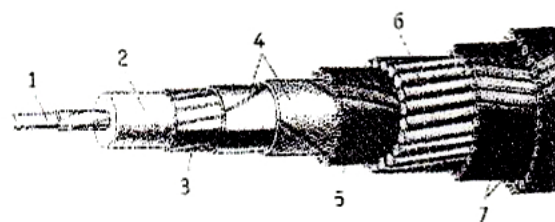


Рис. 2

стерлингов разделили между собой США, Англия и Канада. Руководителями проекта были назначены президент «Лаборатории Белла» Мервин Келли и главный инженер Британского ведомства связи Гордон Радлей.

Кабель для линии изготовила компания «Сабмарин Кэйблз Лтд» (Англия). Первый трансатлантический глубоководный телефонный высокочастотный кабель 4,1/15,75 показан на **рис. 1** [2], где 1 – внутренний проводник, 2 – полиэтиленовая изоляция, 3 – внешний проводник, 4 – скрепляющие ленты, 5 – джутовая подушка, 6 – стальная броня, 7 – наружные джутовые покровы. Внутренний проводник коаксиального кабеля представлял собой медную проволоку диаметром 3,36 мм, обмотанную в один слой тремя соприкасающимися медными лентами размером 3,76 x 0,37 мм. В полиэтиленовую изоляцию толщиной 5,8 мм было добавлено 5 % полиизобутилена, чтобы избежать растрескивания в морской воде. Внешним проводником служил повив из шести спирально навитых медных лент 8,1 x 0,41 мм, скрепленных медной 44,4 x 0,8 мм и полиэтиленовой лентами. В зависимости от условий прокладки применялись следующие варианты бронепокровов: береговой, мелководный, среднеглубинный, глубоководный.

102 гибких глубоководных усилителя были изготовлены фирмой «Вестерн электрик» (США). Каждый такой усилитель содержал по три пентода с напряжением на аноде 50 В и напряжением накала 18 В и около 60 сопротивлений, конденсаторов и других электрических элементов. Нити накала этих электронных ламп были соединены последовательно, через них при работе усилителя должен протекать постоянный ток, который поступает от внешнего источника питания; таким образом, падение напряжения на этих нитях накала обеспечивает анодное питание электронных ламп. Электрическая схема усилителя примерно такая же, как в радиоприемнике средней сложности. Усилитель работал в спектре частот 20 – 164 кГц с усилением 60 дБ на наивысшей частоте. Коэффициент затухания кабеля был равен примерно 0,9 дБ на частоте 164 кГц, следовательно, длина участка между двумя усилителями на глубоководной трассе равнялась 70 км. Требования к надежности работы этих усилителей были чрезвычайно жесткими. Каждый усилитель является

звеном последовательной цепи. Если он выйдет из строя, система в целом перестанет работать. И поэтому для этих усилителей осуществлялся строжайший отбор компонентов и материалов, их изготовление происходило в условиях постоянного контроля и поддержания на определенном уровне температуры и влажности воздуха в производственных помещениях. Лаборатории Белла еще в тридцатых годах начали всесторонние испытания электронных ламп. К 1953 г. инженеры имели возможность убедиться в надежной работе ламп на протяжении 17 лет. Поэтому американские инженеры применили для подводных усилителей лампы модели тридцатых годов. К сборке обычно

допускалось не более 80 % изготовленных катушек индуктивности, 65 процентов сопротивлений, еще меньший процент конденсаторов, хотя все они были сделаны по высокому классу точности. Окончательно собранный усилитель подвергался тщательным испытаниям на водонепро-

ницаемость, так как ему предстояло выдерживать давление воды в сотни килограммов на квадратный сантиметр в продолжение по меньшей мере двадцати лет. Каждый изготовленный усилитель помещался в отдельный контейнер, предохраняющий от ударов, причем в контейнере поддерживалась постоянная температура. Затем усилители доставлялись самолетом в Англию, встраивались на заводе в кабель и после этого уже вместе с ним попадали на борт судна-кабелеукладчика.

Британское ведомство связи изготовило жесткие резервированные подводные усилители двухстороннего действия для мелководных участков трассы и предоставило судно «Монарх» для прокладки кабеля (**рис. 2**). Английские жесткие усилители длиной 2,75 м и диаметром 250 мм изготавливались с не меньшей точностью и надежностью, чем американские. Кабельное судно «Монарх» – крупнейший корабль того времени, предназначенный для прокладки кабеля. «Монарх» был построен в 1946 г. Его водоизмещение – 8050 тонн; он способен принять на борт 2400 километров глубоководного кабеля. На судне четыре танкса – круглых трюма диаметром по 12,5 м; в каждый из танксов укладывается более тысячи тонн кабеля. До сооружения ТАТ-1 «Монарх» уже использовался на прокладке многих кабелей.

Для выполнения такой необычной и дорогостоящей операции, как прокладка четырех тысяч кило-

Британское ведомство связи изготовило жесткие резервированные подводные усилители двухстороннего действия для мелководных участков трассы и предоставило судно «Монарх» для прокладки кабеля

метров телефонного кабеля с усилителями, нужна была генеральная репетиция, которая и была проведена весной 1955 г. Английские жесткие усилители испытывались возле берегов Испании на глубине 300 м, гибкие американские усилители – в Атлантическом океане, на глубине около пяти километров. На дно была уложена кабельная петля длиной в 75 км, и по ней вели испытательные передачи. После успешного завершения всех испытаний приступили к прокладке кабеля, который прокладывали в несколько заходов [2].

28 июня 1955 г. «Монарх» отошел от берегов Ньюфаундленда, имея на борту первую секцию кабеля № 1, предназначенного для передачи с запада на восток, длиной 370 км, с мощной броней. Местоположение этой секции кабеля по окончании ее прокладки отметили буюм и затем корабль отправился в Англию за главной глубоководной секцией. По возвращении «Монарха» началась прокладка этой секции; при прохождении гибких подводных усилителей через вытравливающий механизм и кормовые шкивы судно уменьшало скорость с шести узлов до двух. Самой сложной была операция по установке выравнивателей в общую систему. Выравниватели монтируются с промежутком в несколько сот километров для того, чтобы корректировать некоторые отклонения от расчетных значений электрических характеристик кабеля после его погружения на дно. До тех пор пока определенная часть кабеля не уложена на океанское дно и не проделаны соответствующие измерения, нельзя определенно сказать, в каком именно месте следует устанавливать выравниватель. Поэтому команда всегда должна быть наготове, чтобы после определения места сразу же встроить выравниватель в секцию кабеля. Вторая секция кабеля № 1 окончилась на расстоянии около 1000 километров от Шотландии в районе подводных скал, известных под названием «банка Роколл». Снова «Монарх» отправился в Англию за следующей секцией кабеля и, наконец, 26 сентября 1955 г. кабель достиг Шотландии. Как было сказано выше, для питания подводных усилителей требуется постоянный ток. Подводные усилители были запитаны дистанционно от источников, находящихся на береговых оконечных станциях. На внутренний проводник проложенного кабеля было подано с одной око-

нечной станции напряжение плюс 2300 В, а с другой – минус 2300 В. Обратным проводом цепи питания служила морская вода. С этого момента Ньюфаундленд мог вести телефонные передачи в Европу, но Европа еще не могла отвечать.

Наземный 100-километровый телефонный кабель, пересекающий Ньюфаундленд, был проложен между г. Кларенвилл и г. Терренсвилл. 18 апреля 1956 г. началась прокладка 550-километровой секции кабеля на участке «Ньюфаундленд – Новая Шотландия» (Терренсвилл – Сидни-Майнс). На этом участке укладывались жесткие усилители. В момент их укладки судно останавливалось и стояло до тех пор, пока 540-килограммовый усилитель не достигал морского дна. На мелководном и наземном участках система связи была однокабельная с разделением спектра частот по направлениям: 20 – 260 и 312 – 552 кГц. В мае 1956 г. прокладка секции была завершена и «Монарх» вернулся в Англию, чтобы приступить к прокладке глубоководного кабеля № 2 (восток-запад). Прокладка второй атлантической линии велась так же, как и кабеля

№ 1, т.е. тремя секциями, но в обратном порядке, и закончилась 14 августа 1956 г. Пропускная способность TAT-1 равнялась 36 каналам. В состав системы телефонной связи также вошло устройство обнаружения места возможных повреждений кабельной линии с усилителями.

Официальное открытие кабельной линии состоялось 25 сентября 1956 г.

Председатель правления Американской телефонно-телеграфной компании поднял трубку и сказал: «Говорит Крэйг из Нью-Йорка. Попросите, пожалуйста, мистера Хилла из Лондона». На другом берегу океана Хилл ответил: «Это Вы, мистер Крэйг? Я рад слышать Ваш голос».

С этого момента одно из технических чудес XX века стало обычным явлением. А в это время ученые и инженеры, создавшие систему трансатлантической телефонной связи, уже разрабатывали новый, более совершенный подводный кабель.

Литература:

1. Кларк А. Голос через океан / Сокр. перевод с англ. - М.: «Связь», 1964.
2. Шарле Д.Л. По всему земному шару. Прошлое, настоящее и будущее кабелей связи. - М.: «Радио и связь», 1985.

Подводные усилители были запитаны дистанционно от источников, находящихся на береговых оконечных станциях. На внутренний проводник проложенного кабеля было подано с одной оконечной станции напряжение плюс 2300 В, а с другой – минус 2300 В