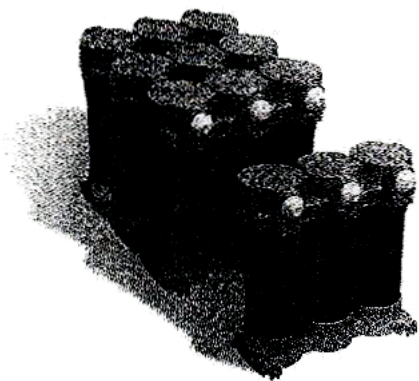




Устройства компенсации реактивной мощности

VARPLUS²

*Вдохнем жизнь
в электрическую сеть*



VARPLUS² – это полный спектр устройств компенсации реактивной мощности: от отдельных компонентов до автоматических батарей конденсаторов в сборе с пассивными фильтрами сети.

VARPLUS² позволяют использовать Вашу электроустановку в режиме максимальной эффективности благодаря уменьшению потерь в системе, снижению уровня гармоник высших порядков, тем самым обеспечивая необходимое качество электроэнергии.

www.schneider-electric.com.ua
www.prismaclub.com.ua

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





Создание трансатлантического подводного телефона

Ю.В. Черников

С изобретением телеграфа была решена задача передачи сообщений на большие расстояния. В 30–40 годы XIX века телеграфная проволока протянулась на столбах от страны к стране, используя при этом землю в качестве обратного провода. В 1858 г. был проложен трансатлантический подводный кабель между Ирландией и Ньюфаундлендом (Канада) и по нему была установлена телеграфная связь, которая, все же, работала неустойчиво и меньше чем через месяц вышла из строя полностью. В 1866 г. был проложен новый кабель и 27-м июля этого года датируется начало регулярной электрической связи между Европой и Америкой.

Однако телеграф мог пересылать только письменные сообщения. Между тем многие изобретатели мечтали о более совершенном способе связи, с помощью которого можно было бы передавать на любые расстояния человеческую речь или музыку. К числу первых экспериментаторов в этой области относятся американский физик Чарльз Графтон Пейдж и Филипп Рейс, учитель физики из Франкфурта-на-Майне, которые пытались решить проблему передачи звука путем замыкания и размыкания электрической цепи [1]. В 1837 г. Пейдж собрал электрическую цепь, состоящую из камертона, электромагнита и источника питания постоянного тока. Во время своих колебаний камертон быстро замыкал и размыкал цепь. Электромагнит при этом притягивал и отпускал тонкий стальной стержень, который издавал поющий звук, подобный тому, который издавал камертон. Пейдж доказал принципиальную возможность передачи звука при помощи электрического тока. Следующий шаг в развитии телефонии сделал Рейс, который к 1860 г. сконструировал до десятка устройств по передаче звука при помощи электрического тока. В наиболее совершенном из них передатчик представлял собой полый ящик, снабженный спереди отверстием для звука и имевший на своей верхней части другое отверстие, закрытое тонкой, туго натянутой перепонкой. К этой перепонке была прикреплена тонкая платиновая пластинка. Сверху этой пластинки была установлена тонкая платиновая игла, острие которой касалось пластинки, находящейся в покое. При колебаниях перепонки под воздействием звука этот контакт размыкал и замыкал ток, протекающий от батареи через спираль приемника, находящегося на расстоянии от передатчика. Внутри спирали помещалась тонкая железная спица, закрепленная двумя своими концами на

стойках, покоившихся на резонаторной доске. Эта железная спица, намагничиваясь и размагничиваясь проходящим по спирали прерывистым электрическим током, совершала колебательные движения; они ощущались как звук, соответствующий тому звуку, колебаниями которого приводилась в движение перепонка. Резонаторная доска служила для усиления звука. С помощью телефона Рейса уже можно было передавать не только отдельные звуки, но и музыкальные фразы и даже, частично, человеческую речь. Однако качество передачи было настолько низким, что часто было совершенно невозможно что-либо разобрать. Побочные шумы, производимые замыканием и размыканием цепи, заглушали передачу, и звуки, воспроизводимые устройством, были очень далеки от модулирующей человеческой речи. Решить проблему передачи звука только замыканием и размыканием цепи оказалось невозможным.

Первый практически пригодный для передачи человеческой речи телефон изобрел пятнадцатью годами позже шотландец Александр Грехэм Белл, который в это время жил и работал в США, будучи с 1873 г. профессором вокальной физиологии в школе ораторского искусства Бостонского университета, где он в течение ряда лет занимался электроакустикой [2]. Схема телефона Белла, на которую он получил патент США № 174465 от 7 марта 1876 г., показана на рис. 1. Когда человек говорил в рупор 1, его мембрана 2 колебалась под действием изменяющегося звукового давления и через прикрепленную к ее центру тягу 3 приводила в движение железную пластинку, являвшуюся частью магнитопровода магнита 4, по обмотке которого протекал ток от батареи 5. Изменение положения пластинки вызывало изменение магнитного потока в магнитопроводе магнита 4, вследствие чего в однопроводной цепи 6, соединяющей передатчик с приемником, постоянный ток преобразовывался в переменный звуковой частоты. Соответственно изменениям переменного тока в цепи катушки электромагнита 7 тяга 8 притягивалась к его сердечнику с разной силой и частотой, заставляя колебаться мембрану 9. Рупор 10 воспроизводил те же звуки, что произносились в рупор 1. 25 июня 1876 г. на Первой всемирной электротехнической выставке в Филадельфии Белл впервые публично продемонстрировал свой телефон. Среди членов жюри был знаменитый английский ученый Уильям Томсон (лорд Кельвин) – один из главных творцов трансатлантического



подводного телеграфа. Он сказал: «Это величайшее из чудес, связанное с электрической телеграфией!» Таким образом, Белл проложил дорогу и телефон начал свое победное шествие по всем странам. Бесчисленные изобретатели улучшали и совершенствовали телефон. Первые телефонные семижильные кабели длиной 1000–1200 м, включенные по однопроводной системе, были проложены на Бруклинском мосту в Нью-Йорке в 1880 г. Первый подземный кабель в России был проложен в 1885 г. при строительстве Нижегородской телефонной сети. Кабель из 10 жил имел длину 1 км.

Параллельно с широким распространением телефона происходило развитие конструкций и технологий изготовления телефонных кабелей [2]. В первые пять лет становления телефонии использовались конструкции и способы изготовления телеграфных подземных кабелей, в которых медные проволоки изолировались хлопчатобумажной пряжей, предварительно вываренной в парафине. Требуемое количество изолированных жил затягивалось в свинцовую трубу, которая затем наматывалась на барабан, и все вместе помещалось в резервуар, заполненный расплавленным парафином. Один конец свинцовой трубы подключался к воздушному насосу, который прогонял через трубу парафин, вытеснявший при этом воздух. Затем кабель перематывался через резервуар с холодной водой – при этом парафин, заполнивший свободные промежутки в сердечнике, затвердевал и протягивался через обжимную волоку. Применение заполнителя обеспечивало защиту сердечника кабеля от проникновения влаги. Другой способ защиты изоляции жил от влаги заключался в использовании не твердого, а жидкого заполнения. Такой кабель представлял собой последовательное соединение железных труб (каждая длиной 3,0 м и диаметром 40 мм), в которые затягивался сердечник кабеля. После окончания монтажа кабель заполнялся парафиновым маслом и герметизировался. Для поддержания уровня масла в линии предусматривались вертикальные отрезки, соединенные с масляными баками и расположенные на открытых местах.

Следующим шагом было предложение содержать кабельные линии с целью защиты от влаги под избыточным давлением не масла, а воздуха или газа. При возникновении дефекта уплотнения в месте срачивания труб находящийся под давлением газ будет препятствовать проникновению влаги из атмосферы внутрь трубы. Идея о применении воздуха была важной ступенью прогресса в области кабельной связи. Электрическая емкость телеграфных кабелей была велика (около 200 нФ/км) из-за большой относительной диэлектрической проницаемости пропитанной хлопчатобумажной изоляции ($\epsilon \geq 4$). Вследствие значительной емкости, которая прямо пропорциональна диэлектрической проницаемости, коэффициент ослабления кабельных цепей был большой, что существенно ограничивало дальность телефонной связи. Увеличить длину линии можно было только за счет большего диаметра токопроводящих жил. В то же время для воздуха $\epsilon = 1$.

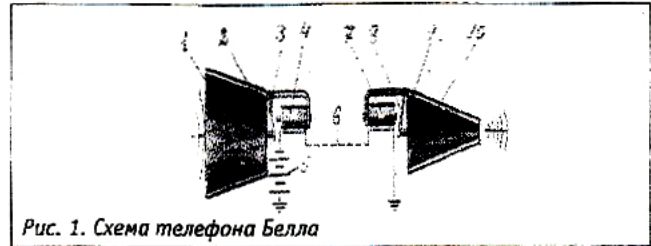


Рис. 1. Схема телефона Белла



Рис. 2. Кордельно-ленточная изоляция



Рис. 3. Виды скрутки изолированных жил в группы

В 1882 г. была предложена конструкция изоляции жил, частично состоящая из воздуха. Токопроводящая жила обматывалась по открытой спирали кордельно-крученной волокнистой нитью, поверх которой накладывались также спирально несколько лент из влагонепроницаемой пропитанной каучуковым соком бумаги (рис. 2). Этот тип конструкции изоляции жил получил название кордельно-ленточной. Однако не сразу производители кабеля рискнули отказаться от парафина и перейти на воздух. Компромиссное решение было предложено в 1884 г. Внутри свинцовой трубы с затянутым в нее сердечником вводился расплавленный парафин вместе с газом под давлением. Охлажденный парафин приобретал пористость, что понизило емкость кабеля на 15 %. Первые семь километров такого многожильного кабеля были проложены в земле, под водой (по дну реки) и подвешены на столбах в 1885 г.

В 1880 г. из-за сильных взаимных помех при одновременном соединении нескольких абонентов отказались от однопроводных несимметричных цепей с использованием в качестве обратного провода земли и перешли на симметричные цепи из двух жил. Современная скрутка жил в пары начала применяться в 1882 г., а официальное решение о переходе на двухпроводные телефонные линии было принято в 1889 г. на Втором международном конгрессе электриков, состоявшемся в Париже.

В 1886 г. С.Ф. Шелбурн получил патент США, в котором было предложено скручивать одновременно четыре жилы, но составлять цепи не из рядом лежащих, а из противоположных жил, то есть из расположенных по диагоналям образованного в поперечном сечении квадрата. Как известно, емкость конденсатора уменьшается с увеличением расстояния между обкладками.



Двухпроводную цепь также можно рассматривать как конденсатор, обкладками которого являются токопроводящие жилы. В зависимости от расстояния между ними емкость цепи изменяется по логарифмическому закону. Полная формула, учитывающая влияние на рассматриваемую цепь окружающих ее в кабеле цепей, была выведена в 1938 г. профессором Василием Николаевичем Кулешовым. Из сопоставления сечений пары и четверки (рис. 3) видно, что при одинаковых размерах токопроводящих и изолированных жил расстояние между жилами 1 и 2, 3 и 4 каждой из цепей I и II четверки в 1,414 раза больше, чем между жилами в паре. Таким образом, без изменения конструкции жил и увеличения расхода материалов только за счет способа скрутки удается получить на 10–15 % меньшую емкость и, следовательно, меньший коэффициент ослабления. Четверочная скрутка является основным видом скрутки жил в современных симметричных кабелях дальней связи.

Событием в технологии кабельного производства явилось изобретение и внедрение прессы, позволяющего накладывать свинцовую оболочку на движущийся поступательно сердечник. Первоначальная идея принадлежала швейцарскому инженеру Франсуа Борелю. Первый патент на вертикальный свинцовый пресс был выдан франко-швейцарской фирме «Э. Бергхуд и Ф. Борель» в 1879 г. В 1880–1881 гг. были предложены конструкции прессов (горизонтального и вертикального), допускающих опрессовку целиком строительной длины кабеля с периодическими остановками для загрузки в контейнер очередного слитка свинца. Окончательная конструкция свинцового поршневого гидравлического кабельного прессы была внедрена к 1885 г. [4].

В 1886–1889 гг. проводились опыты по использованию в кордельно-ленточной изоляции лент из сухой манильской бумаги, которые накладываются на жилу в виде спиральной обмотки с перекрытием кромок. Манильская бумага содержит преимущественно волокна тропических растений (манильской конопли (пеньки) и джута) и отличается высокой плотностью, механической прочностью, долговечностью и малой влагопоглощаемостью. Эти опыты завершились положительным результатом. Наличие

герметичной влагонепроницаемой свинцовой оболочки позволило отказаться от пропитки изоляции или введения внутрь кабеля парафинового заполнения. Первый оцинкованный кабель с воздушно-бумажной изоляцией был проложен и сдан в эксплуатацию в Нью-Йорке в 1890 г. В России в эти годы производство кабелей было сконцентрировано в основном в С.-Петербурге, где работали первый в стране завод кабелей, проводников и углей для электротехнических целей (ныне АО «Севкабель») и завод «Русское производство изолированных проводов электричества».

С 1891 г. и до середины XX столетия воздушно-бумажная изоляция в ее различных вариантах была единственным типом изоляции кабелей связи.

Что же касается подводных кабелей, то во второй половине XIX века они изолировались гуттаперчей, которую в конце этого века начала постепенно вытеснять воздушно-бумажная изоляция, обладающая вдвое меньшей электрической емкостью. Такие кабели могли прокладываться на глубинах до 1000 м. Первый морской телефонный кабель соединил Англию и Францию в 1891 г. Однако когда была сделана попытка проложить подводный телефонный кабель на более длинное расстояние – между Англией и Ирландией, появились трудности, связанные со значительными искажениями передаваемой человеческой речи, которая в общем случае содержит множество простых составляющих с различными амплитудами и частотами от 80 до 6000 Гц. Были определены две причины этого явления. Первая причина заключалась в ослаблении сигналов по мере прохождения по обычному подводному кабелю. Это обстоятельство осложнялось тем, что высокочастотные сигналы затухают быстрее низкочастотных. Вторая причина, препятствующая нормальной передаче человеческой речи по подводному кабелю, состояла в том, что сигналы разных частот проходят по кабелю с различной скоростью. Это явление происходит в кабеле из-за его значительной электрической емкости.

Казалось бы, появился тупик, обойти который невозможно. Решение этой проблемы нашел выдающийся английский математик и электротехник Оливер Хевисайд.

Литература:

1. Рыков К.В. Сто великих изобретений. – М.: «ВЕЧЕ», 2000. – с.195 – 196.
2. Уилсон М. Американские ученые и изобретатели. – М.: «ЗНАНИЕ», 1975. – с.44 – 52.
3. Шарле Д.Л. По всему земному шару. Прошлое, настоящее и будущее кабелей связи. – М.: «Радио и связь», 1985. – с.165 – 173.
4. Бацинин Г. Кабель связи / В кн.: Техническая энциклопедия. / Под ред. Л.К. Мартенса. – М.: «Советская энциклопедия», 1929. т. 9. – с.438 – 439.

ВірмаЕлектро

весь спектр електромонтажних робіт

Проектування, монтаж, наладка електричних розподільних систем будь-якої складності на основі комплектуючих компаній ABB та IEK

Виробництво електрошнурової продукції до 3500 А.

Проектування мереж електропостачання підприємств, банків, готелів, коледжів, магазинів до 10 кВ.

Монтаж електро-розподільних систем до 6300 А. Електромонтажні та пусконаладні роботи.

ТОВ «ВІРМА-ЕЛЕКТРО»
г.Житомир, ул. Ольжича, 9а,
тел.: (0412) 418-392, 413-117, факс: 418-343

ABB IEK

E-mail: virma@com.zt.ua
<http://www.virma.com.ua>