Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. XLV, вып. 1, 1961 г.

ВЫСОКОЧАСТОТНАЯ СВЯЗЬ ИЗ ДВИЖУЩЕГОСЯ ПОДЪЕМНОГО СОСУДА ШАХТЫ

А. И. Иванов

Оперативная работа современной угольной шахты во многом зависит от правильно и быстро функционирующей производственной связи.

Существующие на шахте механическая и электрическая системы стволовой сигнализации между приемными площадками и машинным помещением хотя и являются надежными в эксплуатации, но не могут полностью удовлетворить всем требованиям, предъявляемым к работе подъема. Так, например, при любой аварии, связанной с застреванием клети в стволе, когда возникает необходимость в подаче сигнала непосредственно из клети, приходится пользоваться несовершенным и неудобным тяговым сигналом. Еще менее удобно пользоваться такой сигнализацией при работах в стволе (осмотре и ремонте направляющих, креплении ствола, прокладке кабелей и т. п.), связанных с частыми остановками и перемещениями подъемного сосуда (клети или скипа) на короткие расстояния.

Таким образом, было бы целесообразно иметь на шахте такую систему, которая позволяла бы осуществлять связь или кодовую сигнализацию из любой точки ствола с машинным отделением. Осуществление связи из движущейся клети имеет особое преимущество для глубоких шахт с несколькими горизонтами, где клетевой может остановить подъем на любом горизонте.

Стремление осуществить четкую и высокопроизводительную работу шахтного подъема, улучшить технику безопасности привело к разработке систем связи движущаяся клеть—машинное отделение. При решении этого вопроса в СССР и за рубежом намечалось несколько различных направлений: связь (или кодовая сигнализация) звуковыми и высокими частотами с помощью токоприемников троллейного типа, проложенных в стволе; связь с помощью хвостового кабеля; радиосвязь между движущейся клетью и поверхностью; высокочастотная связь с использованием шахтного каната в качестве носителя высокочастотных колебаний.

Так, конструкторским бюро Цветметавтоматика разработана аппаратура высокочастотной связи и сигнализации из движущейся клети с выходом на шахтную сигнализацию. Для передачи сигналов и питания аппаратуры в клети используется троллейный привод, прокладываемый в стволе. Такая система не может получить применения на шахтах, опасных по газу и пыли. Кроме того, вследствие большой скорости движения

клети трудно обеспечить постоянство работы легко повреждающегося контактного устройства.

Московский энергетический институт совместно с б. НИИ Шахтостроймаш разработал и испытал аппаратуру УКВ радиосвязи. Конструкторы удачно использовали волноводные свойства ствола. Осуществлением радиосвязи на шахтном подъеме занимается также Пермский НИУИ. Все эти работы носят пока экспериментальный характер, поэтому не представляется возможным сделать окончательные выводы о возможности и целесообразности применения радиосвязи в шахтном стволе.

В результате исследований установлено, что осуществление радиосвязи в шахтных выработках связано с рядом специфических особенностей. Электромагнитные волны в подземных условиях подвержены большим затуханиям вследствие сравнительно низкого удельного сопротивления горных пород, их структурных изменений и зависят от диэлектрической постоянной, проводимости пород, частоты излучений, шахтного крепления. Радиусы действия радиоаппаратов зависят от факторов, которые в шахтных условиях не являются постоянными, а это усложняет радиосвязь.

Открытие возможности использования для несущей частоты имеющихся в шахте металлических проводников (воздухопроводов, водопроводов, оболочек подземных кабелей, контактной сети электровозов, подъемных канатов и т. п.) во многом способствовало использованию высокочастотной связи в подземных условиях. Высокочастотное поле распространяется вблизи металлических проводников. В самом проводнике течет относительно сильный и сконцентрированный высокочастотный ток в то время, как цепь замыкается через емкость проводника относительно земли и окружающие породы.

Как показывает опыт эксплуатации существующих установок высокочастотной связи за рубежом, выигрыш при направленной по изолированным металлическим проводникам передаче аналогичен выигрышу при применении направленных антенн и может, вообще говоря, быть выше 100. Следовательно, при одинаковых условиях для осуществления высокочастотной телефонии (т. е. с использованием металлических проводников) достаточно иметь мощность передатчика, в 100 раз меньшую по сравнению с мощностью при радиосвязи. В условиях шахтного подъема, однако, нет таких благоприятных условий, как, например, при высокочастотной телефонной связи по хорошо изолированным линиям электропередачи, поэтому такой выигрыш по мощности передатчика будет значительно меньшим.

Анализ имеющихся данных и опыт эксплуатации существующих высокочастотных установок приводят к заключению о том, что область УКВ — желательная для использования под землей из-за малого габарита аппаратов и антенн — не может найти широкого применения на подъемах глубоких шахт.

Опыты с радиоаппаратурой, работавшей на различных частотах в условиях шахтного ствола, показали, что диапазон частот от 100 до 250 *кгц* наиболее соответствует высокочастотной связи на расстояние 500—2000 *м*. Окончательный выбор несущей частоты должен основываться на конкретных условиях шахты или группы шахт. Помехи в шахтном стволе носят апериодический характер и величина их у источника не превосходит 50—80 *мкв*.

По данным американской практики применение аппаратуры с амплитудной модуляцией при чувствительности приемника 100—150 *мкв* и мощности передатчика 0,2 *вт* позволяет осуществить высокочастотную

связь с использованием каната в глубоких шахтах с несколькими горизонтами.

Вариант высокочастотной связи с использованием шахтного каната. В лаборатории общей электротехники ЛГИ разработана аппаратура для высокочастотной связи из движущейся клети с машинистом подъемной машины. На рис. 1 представлена схема осуществления такой связи для людского подъема. В клети размещаются приемо-передатчик *1* и источник питания *ИП*, состоящий из аккумулятора и преобразователя на транзисторах. Над клетью вблизи каната установлена катушка индуктивности K_1, связанная электрически с аппаратурой клети. Вторая катушка индуктивности K_2 находится под шкивом. Она закреплена жестко на копре и связана с приемо-передатчиком на поверхности *2*. Обе катушки в латунных корпусах.

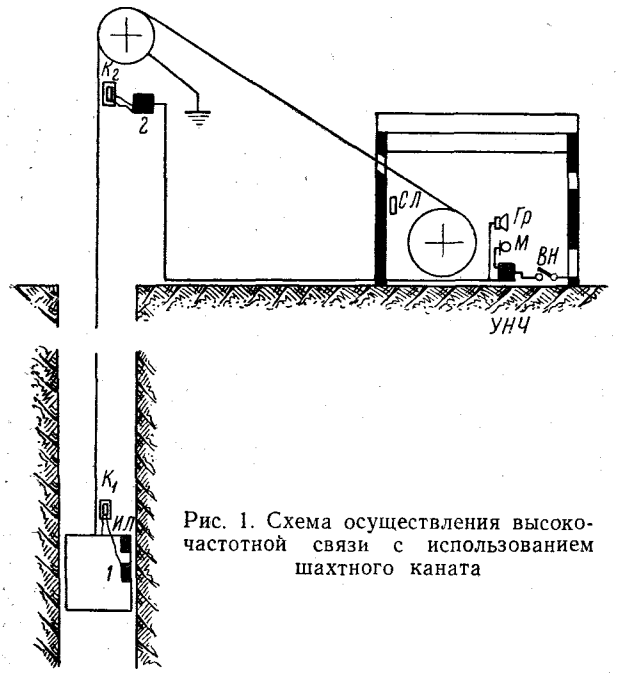


Рис. 1. Схема осуществления высокочастотной связи с использованием шахтного каната

В машинном отделении установлены усилитель низкой частоты *УНЧ*, микрофон *М*, громкоговоритель *Гр*, ножной выключатель *ВН* и при необходимости сигнальные лампы *СЛ*.

Сигнал, поданный из клети через катушку K_1, трансформируется в канат и цепь тока замыкается через шкив, копер, землю, клеть. Катушка K_2, настроенная в резонанс на частоту сигнала, воспринимает его и передает в приемник *2*, откуда усиленный сигнал звуковой частоты поступает на громкоговоритель *Гр* машинного отделения.

Подача сигнала из машинного отделения в клеть происходит аналогичным образом.

Катушки индуктивности выполняются либо в виде разъемного тороида, либо в виде прямоугольной рамки.

Вся аппаратура (комплект) выполнена из четырех блоков: приемо-передатчика клети; источника питания (шестивольтовый аккумулятор с преобразователем на полупроводниках); приемо-передатчика на поверхности; шестиваттного усилителя низкой частоты, работающего от динамического микрофона. Блоки соединяются переходными фишками. Частота несущей волны принята 140 *кгц*, что лежит за пределами радиовещательного диапазона.

Вследствие малого коэффициента связи катушка—канат приемники имеют большой коэффициент усиления. В целях экономии энергии источника питания клетевой приемо-передатчик выполнен на меньшую мощность, чем поверхностный.

Все полосовые фильтры, контуры высокочастотных генераторов и высокочастотные дроссели выполнены на бронированных сердечниках СБ-3 и СБ-5.

Приемник в клети построен по схеме 1-V-2 на трех лампах пальчиковой серии (рис. 2). Детектором *Д* является германиевый диод ДГ-Ц. При работе на «прием» тяговый выключатель *ВТ* разомкнут, реле *Р* обесточено, его контакты *КР* находятся в положении *1*. При этом

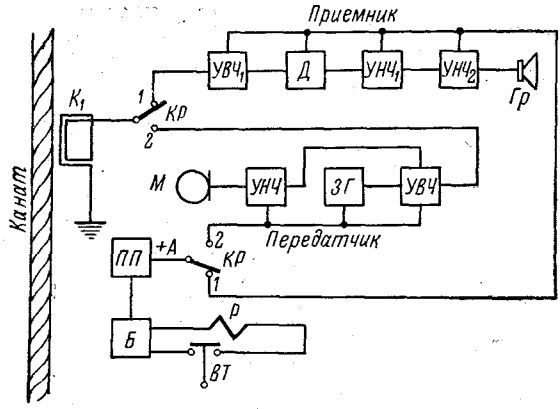


Рис. 2. Блок-схема приемо-передатчика 1 в клети:
ЗГ — задающий генератор; *Б* — батарея 6 *в* (аккумулятор)

катушка K_1 соединена с усилителем высокой частоты *УВЧ* и от полупроводникового преобразователя *ПП* подано анодное напряжение $+A$. Нити накала ламп находятся постоянно под напряжением. Сигнал, поданный из машинного отделения, индуктивным путем через канат, катушку K_1, поступает на вход приемника.

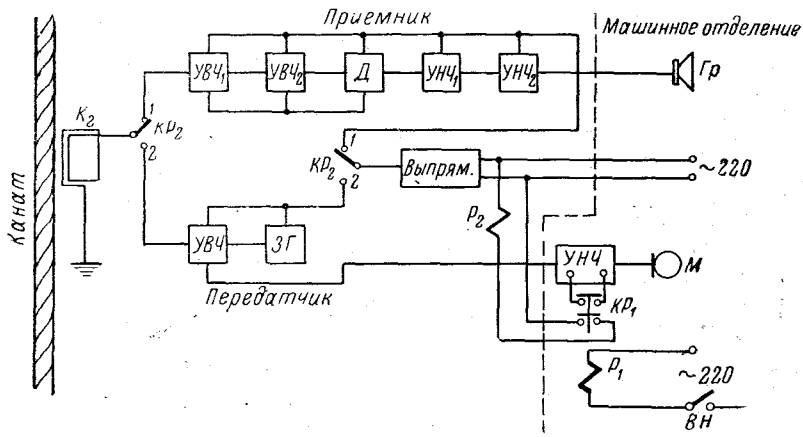


Рис. 3. Блок-схема приемо-передатчика *2* на поверхности

Передатчик выполнен по схеме сложного выхода, при этом в *УВЧ* используется лампа приемника. При работе на «передачу» клетевой замыкает тяговый выключатель, реле получает питание и его контакты переходят в положение *2*.

Катушка K_1 соединяется с выходом передатчика, на лампы которого одновременно подается анодное напряжение $+A$.

Промодулированный звуковыми колебаниями сигнал с выхода передатчика через катушку поступает в канат и далее в приемник на поверхности и машинное отделение.

В блок-схеме аппаратуры поверхности (рис. 3) при разомкнутом ножном выключателе *ВН* реле P_1 обесточено, его контактами разомкнуты цепь анодного напряжения ламп *УНЧ* и реле P_2. Контакты этого реле находятся в положении *1*, при котором катушка K_2 включена на вход приемника и на его лампы подано анодное напряжение $+A$ от выпрямителя. Схема готова к работе на «прием».

При работе на «передачу» машинист подъемной машины замыкает ножной выключатель, реле P_1 получает питание, его контакты KP_1 замыкают цепь анодного напряжения *УНЧ* и цепь реле P_2. Контакты реле KP_2 переходят в положение *2*, катушка K_2 соединяется с выходом передатчика и на его лампы подается анодное напряжение $+A$. Передатчик готов к работе.

Предварительные лабораторные испытания показали, что аппаратура может быть использована на шахтах, оборудованных клетевыми и скиповыми установками.