

Система аварийного оповещения в подземных горных выработках рудников и угольных шахт

В июне 2010 года Главой государства подписан новый Закон РК «О недрах и недропользовании», из статьи 115 которого следует, что: «Недропользователем должно быть обеспечено выполнение предусмотренных законодательством правил и норм по безопасному ведению работ, а также проведение мероприятий по предупреждению и ликвидации аварий, несчастных случаев и профессиональных заболеваний».

Законодательное закрепление требований об обеспечении безопасности работ недропользователем, по нашему мнению, должно положительно повлиять на финансирование работ и приобретение оборудования, влияющего на показатели аварийности и травматизма на горнорудных предприятиях. Но финансовая сторона – только часть проблемы, важна еще техническая составляющая. Поэтому мы попытаемся рассмотреть проблемы оснащения предприятий техническими средствами, направленными на снижение тяжести последствий аварий в подземных горных выработках рудников и шахт.

Степень тяжести последствий аварий определяется, как правило, взаимодействием всех звеньев производственного персонала и зависит от своевременной эвакуации людей за пределы опасной зоны в начальный период возникновения и развития аварии. Поэтому задача своевременного оперативного оповещения персонала об аварии является ключевой в этом вопросе. К ней непосредственно примыкают задачи мониторинга персонала (определения мест нахождения людей в момент возникновения аварии) и поиска людей, попавших под завал.

Если рассматривать положение дел с аварийным оповещением на горнорудных предприятиях Республики Казахстан, то в качестве систем аварийного оповещения на отечественных рудниках и шахтах применяются:

- световая сигнализация (мигание общешахтным освещением);
- ароматическая (подача ароматических веществ в подающую струю воздуха);
- телефонная связь в качестве канала информации об аварии;
- системы, использующие односторонний канал радиосвязи сквозь толщу горных пород (комплекс аварийного оповещения типа «СУБР»);

На предприятиях республики не используются, но на рынке в качестве оборудования для целей аварийного оповещения предлагаются системы, использующие радиосвязь по излучающему кабелю, радиосвязь вдоль естественных направляющих, а также системы микросотовой связи на основе DECT и WiFi технологий.

Чтобы оценить эти системы с точки зрения пригодности для целей аварийного оповещения подземного персонала, сформулируем основные требования, которые должны предъявляться к ним. По нашему мнению, исходя из решаемых ими задач, они должны отвечать, как минимум, следующим требованиям:

- 1) оповещением должна быть охвачена вся зона подземных горных выработок;
- 2) системы должны обеспечивать прием сигналов оповещения каждым находящимся в подземных выработках горнорабочим или ИТР, независимо от места нахождения;
- 3) системы оповещения должны оставаться работоспособными как во время, так и после возникновения аварийной ситуации;
- 4) время оповещения не должно превышать нескольких минут;
- 5) объем информации, передаваемой оповещением, должен быть достаточен для понимания персоналом характера аварии и путей эвакуации;

Очевидно, что при невыполнении хотя бы одного из этих требований нельзя рассчитывать, что подземный персонал будет без потерь оперативно эвакуирован из опасной зоны.

Если рассматривать применяющиеся в настоящее время на горнорудных предприятиях технические средства аварийного оповещения, то в полной мере сформулированным требованиям соответствуют только системы, использующие для передачи сигналов оповещения радиоканал, действующий через толщу горных пород. Другие же не подходят по следующим причинам:

Световая сигнализация не соответствует требованиям пунктов 1, 2 и 5, ароматическая – пунктов 3, 4 и 5, телефонная – пунктов 2, 3 и 4 изложенных выше требований.

Радиосвязь, использующая передачу сигналов вдоль направляющих или излучающий кабель, не соответствует требованиям пунктов 1 и 2, так как осуществляется она только в тех выработках, где проложены направляющие или излучающий кабель, и для персонала, оснащенного радиостанциями (радиотелефонами), а при попытке выполнить требования пункта 1 сеть направляющих или излучающего кабеля становится настолько разветвленной, что системы не будут соответствовать требованиям пункта 3.

Системы связи на основе микросотовой связи (DECT, WiFi), работают только в зонах действия подземных стационарных приемопередатчиков. Очевидно, что для выполнения требований пунктов 1 и 2, изложенных нами требований, зоны действия приемопередатчиков этих систем должны покрывать все горные выработки по всей их протяженности. С учетом того, что реальная дальность высокочастотной связи не превышает 150-200 метров в прямой видимости, такие системы, в случае их реализации, в

подавляющем большинстве случаев не будут соответствовать требованиям пункта 3.

В то же время, системы, использующие радиоканал, действующий через толщу горных пород («Земля-3М», «Радиус-2», «СУБР-1СВМ», «СУБР-1П» и другие), успешно применяются в качестве аварийного оповещения уже много лет на горнорудных предприятиях Российской Федерации, Республики Казахстан (АО «Казцинк», АО «Казхром», АО «ССГПО» и т. д.), Республики Беларусь, других стран СНГ.

Радиоканал сквозь толщу горных пород в тональном диапазоне частот для средств аварийной радиосвязи различного назначения успешно начинают использовать в США, Канаде, Австралии.

К достоинствам этих систем следует отнести:

- высокую степень гарантии доставки сигнала аварийного оповещения, независимо от местоположения персонала, во всевозможных аварийных ситуациях - при разрушении и затоплении горных выработок, пожарах, отсутствии энергообеспечения, высокой загазованности атмосферы и т.п.;
- полное покрытие всей зоны горных выработок радиосигналом, в том числе с учетом перспективы развития горных работ;
- возможность расположения антенно-фидерных устройств на поверхности и/или в подземных выработках;
- высокая степень готовности и надежности, обеспечиваемая за счет развитой самодиагностики, полного резервирования передатчиков и частичного резервирования антенны.
- отсутствие необходимости в переконфигурировании, использовании дополнительных технических средств, проведении монтажных и наладочных работ при продвижении горных выработок (новые участки, горизонты), т.е. характеризуются низкой стоимостью эксплуатации.

К недостаткам систем, использующих радиоканал сквозь горный массив, следует отнести их низкую информативность вследствие узкополосной самого радиоканала. Однако и в этой части ситуация в последнее время существенно поменялась в лучшую сторону. Например, у системы СУБР-1П появились опция передачи текстовой информации о месте и характере аварии, принимаемой на индивидуальные и групповые текстовые приемники, входящие в состав системы.

Как действуют такие системы, рассмотрим на примере комплекса аварийного оповещения СУБР-1П (в исполнении для угольных шахт, опасных по газу и пыли), как имеющего в настоящее время наибольшее распространение и наиболее развитые функциональные возможности. Комплекс состоит из передающего комплекса, передающей антенны, а также приёмных устройств, которыми снабжаются все подземные горнорабочие. В состав передающего комплекса входят два передатчика (ПРД) - основной и резервный, пульт диспетчера (ПД) и блок ограничения токов (БОТ). Передатчик комплекса (ПРД) и пульт диспетчера (ПД) располагаются на поверхности и осуществляют формирование и передачу сигналов аварии, индивидуального вызова и текстовой информации. В случае расположения антенны в горных выработках, опасных по газу и пыли, выход передатчика ПРД подключается к передающей антенне через блоки ограничения токов БОТ, которые предназначены для ограничения величины тока антенны до искробезопасного уровня и отключения выходного напряжения передатчика от антенны комплекса в аварийных режимах. Передающая антенна комплекса представляет собой заземленный диполь или рамку, охватывающую шахтное поле и может располагаться как на поверхности - над шахтным полем, так и в подземных выработках (на рисунке). Поскольку комплекс СУБР-1П, как и все системы аварийного оповещения этого типа, работает в тональном диапазоне радиочастот (~1000Гц), передающая антенна комплекса имеет весьма значительную протяженность, вплоть до десятков километров и, следовательно, большое индуктивное сопротивление, для компенсации которого используются блоки согласующих конденсаторов (БСК).

К приемным устройствам комплекса относятся шахтные головные светильники со встроенными радиоблоками СУБР-01СМ или СУБР-02СМ, а также стационарные приемники группового оповещения СУБР-1СП и приемники текстовой информации СУБР-1ТП. Радиоблоки СУБР-01СМ или СУБР-02СМ, располагаются в крышке батареи питания светильника и обеспечивают прием радиосигналов комплекса. В состав радиоблоков входят также и активные приемопередатчики высокой частоты («метки»), с помощью которых может обеспечиваться мониторинг персонала в подземных горных выработках, если рудник или шахта используют систему позиционирования горнорабочих и транспорта СПГТ-41. Приемными устройствами снабжаются все горнорабочие и ИТР, находящиеся в подземных горных выработках. Количество приемных устройств комплекса определяется численностью подземного персонала конкретной шахты или рудника.

Для проверки работоспособности приемных устройств перед спуском в шахту используется устройство испытательное (УИс).

Управление комплексом осуществляется с пульта, который располагается у диспетчера рудника, и имеет с передатчиком цифровую связь по выделенному каналу или через информационную сеть предприятия. Передатчик по команде с пульта формирует низкочастотный сигнал, осуществляет его усиление и генерацию в антенну, располагаемую над шахтным полем и/или в подземных выработках. Приемные устройства принимают передаваемый низкочастотный сигнал и преобразуют его в кодовое мигание лампы головного шахтного светильника. Комплекс одновременно может передавать и текстовые сообщения, которые воспринимаются индивидуальными текстовыми приемниками СУБР-1ТП и приемниками группового оповещения СУБР-1СП. Для сокращения времени передачи текстовой информации в памяти текстовых приемников формируются таблицы стандартных и аварийных текстовых сообщений и во время аварии передается только номер сообщения, а приемник, согласно этому номеру, отражает на индикаторе текст и дополнительно озвучивает его через громкоговорители.

(СУБР-1СП).

Требования, предъявленные выше к системам аварийного оповещения, в комплексе СУБР-1П выполняются за счет следующих технических решений:

1. Правильного выбора частотного диапазона радиоканала. Использование для передачи сигналов аварии тонального диапазона радиочастот при правильной конфигурации АФУ обеспечивает прохождение радиосигналов по всему шахтному полю сквозь толщу горных пород вплоть до глубин в 1 000 метров и при практически любом простирании шахтных полей в проекции на горизонтальную плоскость. Таких результатов невозможно достичь, используя более высокие радиочастоты, вследствие большого затухания радиоволн при прохождении сквозь толщу горных пород.
2. Оснащения всего подземного персонала индивидуальными приемными устройствами и постоянный ежедневный контроль их исправности. Такое решение вкпе с выбором частотного диапазона обеспечило прием сигналов оповещения каждым находящимся в подземных выработках горнорабочим или ИТР, независимо от места нахождения.
3. Отсутствием в горных выработках, имеющих существенную вероятность возникновения аварий, каких-либо устройств или коммуникаций комплекса, влияющих на его работу (антенна располагается под землей только в случаях монтажа ее по выработкам, где возможность повреждения кабеля антенны маловероятна). Использование полного дублирования передатчика с автоматическим переходом на резерв. Постоянный контроль исправности передающего комплекта и антенны комплекса. Все эти решения позволяют с высокой степенью надежности обеспечить работоспособность комплекса в условиях возникновения и действия подавляющего большинства аварий.
4. Оптимальное использование полосы радиоканала, обеспечивающее высокую чувствительность в условиях промышленных помех, с одной стороны, и достаточное быстродействие, с другой. Применение таблицы стандартных аварийных (по плану ликвидации аварий) и служебных текстовых сообщений, заранее заносимых в память приемных устройств. Такие решения позволили, при низкой пропускной способности радиоканала комплекса (неизбежной в таком диапазоне радиочастот), обеспечить вполне удовлетворительную информативность и быстродействие.

Наиболее сложным с точки зрения реализации перечисленных ранее требований является пункт 3. С позиции реализации именно этих требований, альтернативы аварийному оповещению с использованием низкочастотного радиоканала действующего сквозь толщу горных пород просто на сегодняшний день нет и, вероятно, еще не скоро появится. Все остальные технические решения не обеспечивают неуязвимость системы оповещения в момент действия и возникновения большинства видов аварий, а значит могут подвести в самый ответственный момент.

По нашему мнению, и в дальнейшем аварийное оповещение будет развиваться в направлении совершенствования систем, действующих через горный массив. Другие средства связи могут использоваться лишь как дополнительные средства оповещения, существенно улучшающие оперативность управления во время ликвидации аварии в тех местах, где эта связь была возможна и не была повреждена вследствие действия факторов аварии.

Рассмотрим и примыкающие к аварийному оповещению вопросы мониторинга подземного персонала и поиска людей под завалами. Так, опыт ликвидации последствий аварии показывает, что знание местонахождения людей в момент аварии является важнейшим фактором, влияющим на работы по спасению людей, установлению местоположения пострадавших и погибших.

К сожалению, на горнорудных предприятиях Казахстана практически не применяются системы мониторинга персонала и оборудование по поиску людей в завалах. Нам не известно ни одного горнорудного предприятия, где бы функционировала система мониторинга персонала, хотя на рынке целый ряд производителей («Mine Radio Systems», «Becker Mining Systems», «УралТехИс», «НПЦ Радиус», «Информационная Индустрия», «Гранч» и другие) предлагает различные системы, успешно реализующие функции мониторинга. Нет на казахстанских предприятиях и оборудования по обнаружению людей под завалами.

Надеемся, что ситуация в перспективе изменится в лучшую сторону. Пример шахты «Распадская» (23 шахтера до сих пор не найдены), да и других примеров не мало, показывает, что отсутствие такого оборудования значительно усугубляет тяжесть последствий аварий.

Следует отметить, что при выборе той или иной системы мониторинга предприятия должны обратить внимание на вопросы электросовместимости систем аварийного оповещения и мониторинга. Если, например, использовать одновременно комплекс аварийного оповещения СУБР-1П и систему мониторинга персонала BeckerTag, то видно, что обе системы имеют устройства, встраиваемые в головной шахтерский светильник. Очевидно, что эти устройства должны быть совместимы, иначе можно получить сразу две неработоспособные системы.

То же касается и оборудования по поиску в завалах. Скажем, на сегодня одна из лучших поисковых систем MinSearch-08 производства «Elektrometal», позволяющая обнаруживать шахтера сквозь толщу горных пород на 50м и более, требует встраивания в шахтерский светильник активных генераторов сигнала PGLR, совместимость которых с системами аварийного оповещения и мониторинга обязательна.

С этой точки зрения преимущественно выглядят те производители оборудования, которые интегрируют эти три системы в единый комплекс, то есть, предлагают комплексное решение задачи аварийного оповещения, мониторинга и поиска людей под завалами, или решили вопросы электросовместимости различных систем путем согласования параметров устройств различных производителей. Например, как

уже отмечалось выше, в том же комплексе аварийного оповещения СУБР-1П радиоблок, встраиваемый в шахтерский светильник, является одновременно приемником аварийного оповещения и активной радиометкой системы мониторинга персонала СПГТ-41, этим же радиоблоком осуществляется управление активным генератором (радиомаяком) системы поиска под завалами.

В целом можно надеяться, что требования Закона РК «О недрах и недропользовании» подвигнет предприятия на повышение технического оснащения в части обеспечения безопасности горного производства, в том числе и аппаратуры, направленной на снижение тяжести последствий при ликвидации аварий. А это, в свою очередь, должно повлиять на ассортимент, качество и функциональные возможности предлагаемого в этой области оборудования.

Валерий ФЕРХО,
заместитель начальника РГКП «ЦШ ПВАСС»
по горнорудной отрасли

•