

УДК 622.867.324«Пункты»

*Э.Г. Ильинский, канд. техн. наук, завотделом, Е.И. Конопелько, канд. физ.-мат. наук, ведущий науч. сотр., Р.С. Плетенецкий, ст. науч. сотр., Ю.А. Шип, ст. науч. сотр. НИИГД «Респиратор»*

## ПУНКТЫ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ В РЕЗЕРВНЫЕ САМОСПАСАТЕЛИ С СИСТЕМОЙ АУДИОВИДЕОСИГНАЛИЗАЦИИ И СВЯЗИ

Описана эволюция пунктов переключения в резервные самоспасатели и показано, как расширение их функциональных возможностей повышает безопасность горняков при возникновении подземных аварий, создающих не пригодную для дыхания среду. Приведена конструкция и принцип работы системы аудиовидеосигнализации пункта ППС.

**Ключевые слова:** система самоспасения горняков, коллективные средства защиты, пункт переключения в резервные самоспасатели, химически связанный кислород, система аудиовизуальной сигнализации, связь.

**Постановка проблемы.** Аварийность на шахтах Украины вынуждает искать новые методы и средства для уменьшения трагических последствий, связанных с возникновением среды, не пригодной для дыхания.

Увеличение длины горных выработок привело к тому, что времени защитного действия самоспасателя, имеющегося у горнорабочего, недостаточно для выхода на свежую струю, разрезка длинных выработок не решает проблемы, так как при определенных условиях повышает риск возникновения аварий. Создание самоспасателей с большим временем защитного действия (например, 90 мин) – неперспективный путь развития, так как масса аппарата возрастет до 5...7 кг, что недопустимо для постоянного ношения. Поэтому все угледобывающие страны пошли по пути создания многоступенчатой системы самоспасения с применением индивидуальных и коллективных средств защиты органов дыхания. В качестве индивидуальных средств используют малогабаритные изолирующие самоспасатели с временем защитного действия 20...30 мин (где это возможно) или фильтрующие, рассчитанные на 90 мин (Германия). В качестве коллективных – стационарные пункты, оборудованные аппаратами АW-412 для дыхания воздухом (Польша), станциями замены самоспасателей (Германия), пунктами переключения в резервные самоспасатели (Россия).

Однако переключение в загазованной среде требует обучения и тренировок. Поэтому в большинстве стран рекомендуется применять камеры-убежища как более надежное средство защиты [6]. Разработанный с учетом этих рекомендаций в последние годы в России пункт переключения ППРС

представляет собой переходную модель между пунктом переключения и камерой-убежищем. Стоит, однако, отметить, что стоимость камеры-убежища примерно в 1000 раз больше, чем пункта переключения. Поэтому в России и Украине пункты ППРС широко применяют и введены законодательно [5].

Весьма актуально для повышения безопасности горных работ совершенствование сигнализации об аварийной ситуации и оперативный обмен информацией между горнорабочими, находящимися под землей, и диспетчерским пунктом на поверхности.

Расширение функциональных свойств пунктов переключения за счет реализации в них возможности аудиовидеосигнализации и связи позволит комплексно решить проблему безопасности горняков в аварийной ситуации.

**Анализ достижений.** Разработкой таких средств защиты НИИГД «Респиратор» занимается уже много лет. Одним из первых пунктов переключения, который помимо обеспечения четырех горнорабочих воздухом для дыхания в течение 140 мин позволял производить оперативный обмен информацией, являлся передвижной спасательный пункт (ПСП) [1]. В ПСП для дыхания использовали воздух из баллона. С целью его экономного расхода и обеспечения удобства дыхания в аппарате применены легочные автоматы, дозирующие подачу воздуха. К дыхательным путям человека их подсоединяли через гофрированные шланги, оканчивающиеся полумасками или загубниками.

Система переговорной связи, которой оснащали ПСП, представляла собой комплект искробезопасной громкоговорящей аппаратуры связи и аварийного оповещения ИГАС-3. Она состояла из штатива реле и усилителей, сигнального табло, пульта главного инженера и двадцати абонентских комплектов, устанавливаемых в ПСП и в других точках подземных выработок. Одновременно с открытием двери ПСП автоматически устанавливалась связь с диспетчером шахты. Один из включившихся в полумаску, благодаря наличию в ней герметичной переговорной мембраны, имел возможность в загазованной среде доложить диспетчеру обстановку, создавшуюся на участке в результате аварии. Так как большинство шахт, разрабатывающих пласты, которые опасны по внезапным выбросам угля и газа, имеют магистраль сжатого воздуха, на базе ПСП разработан вариант пункта переключения в резервные самоспасатели (ПСПМ) с подключением его воздухоподающей системы непосредственно к шахтной пневмосети. Подключение пункта к шахтной пневмосети позволило убрать из него баллон с воздухом, что привело к снижению массы и габаритов ПСПМ и сняло ограничение с времени пребывания людей, включенных в его воздухопроводы.

**Выделение нерешенных ранее частей проблемы.** Однако, как показал опыт, такие системы кислородопитания ненадежны, так как в первом случае из-за ненадежности запорной аппаратуры возможны утечки воздуха из баллона и как следствие сокращение времени защитного действия аппарата, а во втором случае при возникновении аварии пневмосеть может не функционировать по

многим причинам. С другой стороны, аппараты с химически связанным кислородом (типа АД) оказались высокоэффективными [2].

**Цель статьи** – показать функциональные возможности коллективных средств защиты дыхания для повышения безопасности горняков в случае возникновения аварийной ситуации.

**Результаты.** В связи с указанными выше недостатками аппаратов с подачей кислорода из баллона и из пневмосети в НИИГД «Респиратор» разработан передвижной спасательный аппарат АСП [3]. Он состоит из:

- корпуса в виде металлического контейнера сварной конструкции со скобами для переноски и крепления его в горной выработке; корпус закрывается двумя створками двери с запорным устройством, допускающим опломбирование;
- воздухопроводной системы, состоящей из дыхательного мешка с избыточным клапаном, гофрированных шлангов с клапанами в них, обеспечивающих круговую систему дыхания, и шести лицевых частей, закрепленных на внутренней поверхности створок двери;
- регенеративного патрона, снаряженного в качестве кислородсодержащего вещества надпероксидом калия;
- клапана безопасности;
- двух пусковых устройств.

Время защитного действия при легочной вентиляции  $60 \text{ дм}^3/\text{мин}$  90 мин. Его масса с 15 самоспасателями ШСС-1 – не более 135 кг.

Включение АСП в систему УТАС (унифицированная телекоммуникационная автоматизированная система) позволяет диспетчеру, находящемуся на поверхности, немедленно подавать сигнал горнорабочим о происшедшей аварии [4]. С этой целью аппарат оснащен аудиовизуальной сигнализацией. В свою очередь горнорабочие, включаясь в АСП, при открывании дверей пункта подают сигнал диспетчеру, если тот еще не извещен о происшедшей аварии. Таким образом, включение АСП в систему УТАС позволяет более оперативно обмениваться информацией об аварийной ситуации между горнорабочими и диспетчерской службой. Следует отметить, что аудиовизуальная сигнализация, помимо аварийного режима (непрерывный сигнал), который включается при открывании дверей пункта, имеет и дежурный режим (сигнал через 2...5 с). Сигнализация в дежурном режиме, фиксируя в памяти горнорабочего расположение пункта, позволяет сократить время его обнаружения горнорабочим при возникновении аварии. В таком исполнении АСП функционируют уже на шести шахтах.

Для шахт, где отсутствует УТАС, разработан пункт переключения ППС (рис. 1) с тем же временем защитного действия и автономной системой аудиовизуальной сигнализации. Аппарат ППС снабжен пятью загубниками и полумаской с переговорной мембраной, что дает возможность горнорабочему сообщить на диспетчерский пункт о происшедшей аварии по шахтной связи. Кроме того, как показали расчеты, клапан безопасности, имеющийся в АСП, не

является необходимым элементом, а его изготовление сложно, он увеличивает сопротивление выдоху и усложняет проверки аппарата при обслуживании. Поэтому в ППС он отсутствует, а для уменьшения сопротивления выдоху в конструкцию дополнительно введен мешок выдоха. Это также позволило упростить порядок проверки за счет того, что в коллекторе выдоха было сделано технологическое отверстие, выведенное на лицевую панель аппарата.



Рис. 1. Общий вид аппарата ППС

Система звуковой и световой сигнализации аппарата ППС (рис. 2) состоит из устройства аудиовизуальной сигнализации, датчика положения створок двери, блока управления и блока питания с элементами искрозащиты. В состав блока управления входят задающий тактовый генератор импульсов, формирователь длительности импульсов и формирователь длительности аварийного режима, узел возврата схемы в исходное положение, концевые усилители выключения устройства аудиовизуальной сигнализации.

Блок питания состоит из герметизированного аккумулятора с номинальным напряжением 12 В и платы искрозащиты, ограничивающей ток короткого замыкания, зафиксированных компаундом в единую неразъемную конструкцию. Такое его исполнение обеспечивает при токе короткого замыкания не более 350 мА степень электрозащиты РОИа для возможности функционирования во взрывопожароопасной среде. Блок управления выполнен в виде электронной платы, установленной над блоком питания. Оба блока жестко закреплены в общем герметизированном металлическом корпусе с фланцем и крышкой. Блок управления удовлетворяет требованиям ГОСТов по уровню и виду взрывозащиты. Блок питания и блок управления с помощью

электрических кабелей соединены с устройством аудиовизуальной сигнализации и датчиком положения створок дверей.

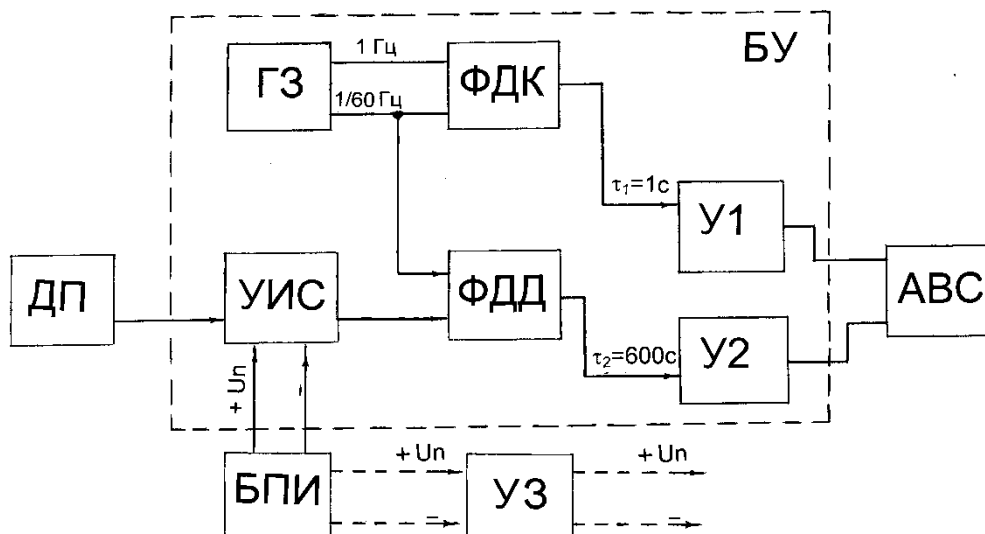


Рис. 2. Схема системы звуковой и световой сигнализации аппарата ППС:

БПИ – блок питания искробезопасный; БУ – блок управления работой системы; АВС – устройство аудиовизуальной сигнализации; ДП – датчик положения створок дверей аппарата; ГЗ – задающий генератор; ФДК, ФДД – формирователи длительности импульсов; УИС – узел установки системы в исходное положение; У1, У2 – концевые усилители; УЗ – устройство зарядное

При эксплуатации пункта сигнализация в дежурном режиме осуществляется включением звуковых и световых сигналов длительностью 1 с с периодом  $(75 \pm 15)$  с. Это также дает возможность дистанционного контроля исправности электрических цепей системы звуковой и световой сигнализации.

Датчик положения створок дверей состоит из подпружиненной металлической планки, которая перемещается в горизонтальной плоскости, с магнитом и герконом, замыкающим свой контакт при закрывании створок дверей. При открывании створок двери аудиовидеосигнализация переходит в аварийный режим, генерируя непрерывный сигнал на протяжении  $(10 \pm 2)$  мин.

Система работает следующим образом.

При подключении кабеля питания к соединителю блока питания на блок управления подается электропитание, включаются электрические цепи питания аудиовизуальной сигнализации и подготавливается к работе датчик положения створок дверей. При этом задающий генератор импульсов формирует короткий импульс сброса счетчиков задающего генератора и формирователей длительности импульсов в исходное положение и начинает на своих выходах генерировать импульсы заданной частоты, которые управляют работой счетчиков формирователей длительности импульсов. Одновременно на заранее определенное время включается аудиовизуальная сигнализация по цепи: «задающий генератор импульсов – формирователь длительности аварийного режима – усилитель конечный – устройство аудиовизуальной сигнализации».

На выходе формирователя длительности импульсов создаются смещенные по времени единичные импульсы самоконтроля, которые появляются каждую минуту и зависят от частоты синхронизирующих сигналов, которые выдает задающий генератор. Аналогично работает формирователь длительности аварийного режима, но синхронизирующие импульсы на его входе появляются только при включении электропитания или при размыкании контактов датчика положения створок дверей при включенном электропитании.

После окончания заранее установленного времени работы задающий генератор импульсов включает в работу формирователь длительности импульсов и блокирует формирователь длительности аварийного режима. Схема переходит в дежурный режим работы при самоконтроле работоспособности схемы аудиовизуальной сигнализации. В дежурном режиме схема находится до открывания створок дверей.

Для обеспечения постоянной готовности системы к применению аппарат комплектуется двумя блоками питания, из которых один находится в работе, а другой включен на зарядку в постоянной готовности к применению в режиме Stand by.

Блок питания заменяется свежезаряженным через каждые 6 мес. при проведении регламентных работ по обслуживанию аппарата или после каждого применения по назначению.

Таким образом, система звуковой и световой сигнализации ППС обеспечивает:

- звуковое и световое оповещение горнорабочих о месте нахождения аппарата;
- оповещение горнорабочих при открывании двери аппарата в результате срабатывания датчика положения створок двери;
- дистанционный контроль работоспособности световой и звуковой индикации;
- длительную работу без подзарядки питающего аккумулятора;
- возможность быстрой замены блока питания в условиях шахты и проверку электрических цепей после этого;
- зарядку питающего аккумулятора на поверхности от сети переменного тока.

Аппарат ППС с системой аудиовизуальной сигнализации прошел приемочные испытания и испытания на взрывобезопасность.

**Выводы.** Наличие в составе пунктов переключения в резервные самоспасатели, неотъемлемой части современной многоступенчатой системы самоспасения, системы аудиовидеосигнализации и связи повышает эффективность их применения в аварийной ситуации и уменьшает риски негативных последствий для подземных работников угольных шахт.

## Список литературы

1. Ильинский Э.Г. Передвижные спасательные пункты для включения в резервные самоспасатели / Э.Г. Ильинский, Н.С. Диденко, В.В. Козаченко // Уголь Украины. – 1976. – № 10. – С. 43–44.
2. Ильинский Э.Г. Коллективные средства защиты органов дыхания / Э.Г. Ильинский, Е.И. Конопелько, В.К. Овчаров // Уголь Украины. – 2008. – № 12. – С. 36–40.
3. Пат. № 58528 Україна, МПК А 62 В 7/08. Груповий ізолювальний дихальний апарат з хімічно зв'язаним киснем / НДІГС «Респіратор». – № 201013957; заявл. 23.11.2010; опубл. 11.04.2011, Бюл. № 7.
4. Повышение эффективности применения пунктов переключения в резервные самоспасатели / В.З. Брюм, Э.Г. Ильинский, Е.И. Конопелько, А.Л. Костоманов // Горноспасательное дело: сб. науч. тр. / НИИГД. – Донецк, 2008. – Вып. 45. – С. 141–146.
5. Правила безопасности в угольных шахтах: ПБ 05-618-03. – [Действителен с 05.06.2003]. – Москва, 2004.
6. Принц Б. Самоспасатели и системы самозащиты, применяемые после пожаров и взрывов в каменноугольных шахтах / Б. Принц // Глюкауф. – 1991. – № 7/8. – С. 18–22

*Получено 26.03.2012*