

МАЛОГАБАРИТНЫЙ ВЗРЫВНОЙ ПРИБОР ВП-50(75)

в статье рассмотрены вопросы создания современных взрывных приборов для ведения взрывных работ в условиях угольных шахт, опасных по газу и разрабатывающих угольные пласты, опасные по взрыву пыли. Приведены основные требования к таким приборам. Обоснована блок-схема прибора, приведены технические характеристики прибора, разработанного с учетом изложенных требований.

Введение. Производство взрывных работ в угольных шахтах сопряжено с возможностью возникновения определенных опасных ситуаций, из которых наибольшую угрозу представляет опасность воспламенения метановоздушной и пылевоздушной смесей, а также появление отказавших зарядов ВВ.

В процессе ведения взрывных работ используются взрывчатые вещества как источник высоко концентрированной энергии. Инициирование взрывчатых веществ производится с помощью средств инициирования. В качестве которых в угольных шахтах допущены электродетонаторы мгновенного и короткозамедленного действия.

Обеспечение безопасности взрывных работ на угольных шахтах является сложной научно-технической задачей и осуществляется одновременно по нескольким направлениям. В последнее время в Украине разработаны и внедрены высокопредохранительные взрывчатые вещества с повышенной устойчивостью к выгоранию. Применяются предохранительные электродетонаторы (ЭД). Однако на шахтах практически нет современных взрывных приборов, отвечающих требованиям безопасности.

Цель работы создание современного взрывного прибора, отвечающего современным требованиям безопасности.

Для ведения взрывных работ в угольных шахтах применяются типа ЭДКЗ-ПМ нормальной чувствительности к току. Эти электродетонаторы имеют

следующие электрические характеристики [1]:

- безопасный ток – 0,2 А;
- гарантийный ток (ток при котором инициируются все ЭД, включенные в последовательную взрывную цепь) – 1,0 А
- безопасный импульс тока – 0,6 А²•мс;
- гарантийный импульс воспламенения – 2,0 А²•мс;
- минимальная энергия, которую необходимо сообщить взрывной сети для надежного инициирования ЭД – 3,0 мДж/Ом.

Для возбуждения взрыва электродетонаторов необходим источник импульса электрического тока, который должен обладать достаточной мощностью для надежного инициирования всех включенных во взрывную сеть электродетонаторов и, в тоже время, не должен вызывать искрения во взрывной сети при её повреждении движущейся отбитой горной массой.

В качестве таких источников в настоящее время в угольных шахтах применяются, в основном, взрывные приборы производства России.

Наибольшее распространение на шахтах Украины имеют взрывные приборы типа ПИВ-100 и ПИВ-100М.

Основные характеристики указанных взрывных приборов следующие:

- источник питания – 3 элемента типа «373»;
- потребляемый ток от источника питания – 1,2-1,5 А
- напряжение на конденсаторе накопителе – 630 В;
- емкость конденсатора накопителя – 10,0 мкФ;
- длительность импульса – не более 4 мс;
- включение импульса тока – скользящие контакты механического переключателя;
- включение прибора – специальным ключом;
- количество ЭД в последовательной цепи – до 100 шт;
- масса прибора – 3,2 кг;
- имеется встроенный индикатор сопротивления взрывной сети.

Основные недостатки состоят в том, что взрывной прибор потребляет неоправданно много энергии от батареи питания. Кроме того величина тока во взрывном импульсе ничем не ограничена и при работе прибора на малые сопротивления взрывных сетей. Необходимо помнить что, согласно [2] при подаче на мостик большого тока (что и происходит при применении взрывных приборов типа ПИВ-100 и малых сопротивлений взрывной сети) последний очень быстро перегорает. В тоже время воспламенительные составы электродетонатора имеют определенный период индукции воспламенения. Поэтому имеется вероятность перегорания мостика до воспламенения состава, что приводит к отказам ЭД [3]. Выпуск указанных приборов прекращен в России более 10-ти лет назад.

На некоторых шахтах имеется также незначительное количество автоматических взрывных приборов типа ЖЗ-2460, которые также производились в России.

Это автоматический взрывной прибор с программным управлением накопления энергии и выдачи импульса во взрывную сеть. Прибор предназначен для инициирования ЭД как нормальной чувствительности к току так и ЭД пониженной чувствительности. К прибору прилагается 5 сменных ключей. В зависимости от установленного на прибор ключа включается одна из 5-ти заложенных в память программ, управляющих накоплением энергии и выдачей взрывного импульса во взрывную сеть.

Основные характеристики приборов ЖЗ-2460 следующие:

- источник питания – аккумуляторы Д-0,55;
- напряжение на конденсаторе накопителе – 2500 В;
- емкость конденсатора накопителя – 4,7 мкФ;
- длительность импульса – не более 4 мс;
- включение импульса тока – электронный переключателя;
- включение прибора – специальными ключом;
- количество ЭД нормальной чувствительности соединенных в последовательную цепь – до 250 шт;
- масса прибора – 3,9 кг;

Прибор имеет большую массу, что затрудняет его переноску и как показал опыт практического применения недостаточно надежен.

При разработке новых взрывных приборов необходимо учитывать следующее:

- в угольных шахтах применяют как правило последовательное соединение ЭД;
- применяются только ЭД нормальной чувствительности к току;
- паспорта БВР основной массы проходческих забоев рассчитаны на 30 – 40 шт ЭД;
- для удобства переноски прибор должен иметь малые габариты и массу;
- преобразователь прибора должен быть экономичным;
- электронный ключ прибора должен ограничивать силу тока во взрывной сети на уровне 10 – 20 % выше гарантийного.

Кроме того, при разработке взрывных приборов, предназначенных для ведении взрывных работ в угольных шахтах опасных по газу и разрабатывающих угольные пласты, опасные по взрыву пыли необходимо учитывать требования ДНАОП 0.00-1.17.-92 [3] об ограничении длительности взрывного электрического импульса. Согласно указанному нормативному документу длительность электрического импульса во взрывной цепи не должна превышать $4 \cdot 10^{-3}$ с.

Наличие встроенного во взрывной прибор измерителя взрывной сети, как это имеет место в приборах типа ПИВ-100, по нашему мнению может приводить к аварийным ситуациям, когда мастер-взрывник по ошибке вместо измерения сопротивления может включить взрывной прибор (такие аварии имели место в шахтах).

Все вышеуказанное принималось во внимание при разработке нового взрывного приборов.

На рис. 1 приведена блок-схема взрывного прибора. Прибор содержит:

- блок питания 1;
- съемный ключ 2;
- регулятор напряжения 3;

- блок сигнализации 4;
- блок ограничения длительности и тока взрывного импульса 5;
- клеммы для подключения взрывной цепи;
- преобразователь напряжения 6, который имеет в своем составе конденсатор-накопитель;
- накопитель для питания схемы управления 7;
- логические инвертор 8 и сумматор 9.

Для стабилизации напряжения на конденсаторе-накопителе выход преобразователя напряжения 6 соединен со входом регулятора напряжения 3. Напряжение с конденсатора-накопителя подается на блок ограничения длительности и тока взрывного импульса 5. Регулятор напряжения 3 соединен с преобразователем напряжения 6 и блоком сигнализации 4. Блок питания через съёмный ключ подключается к схеме прибора для её питания и начинает работать преобразователь напряжения. При достижении требуемого напряжения на конденсаторе-накопителе начинает работать регулятор напряжения и одновременно загорается индикатор готовности прибора к подаче импульса во взрывную цепь. При этом регулятор напряжения открывает логический сумматор, разрешая тем самым производство взрыва.

Логическ сумматора 9, выход которого соединен с другим входом блока ограничения длительности и тока взрывного импульса 5. Накопитель для питания схемы управления 7 предназначен для питания блоков 3 ... 9 взрывного устройства на протяжении длительности взрывного импульса и разряда остаточной энергии конденсатора-накопителя после выдачи взрывного импульса. Блок сигнализации 4 содержит в себе два светодиода, первый из которых (например, красный) светится при подключении к блоку питания 1 с помощью съёмного ключа 2, а другой (например, зелёный) – сигнализирует готовность устройства к выдаче взрывного импульса.

Взрывное устройство работает таким образом. С помощью съёмного ключа 2 подключают блок питания 1 ко входам накопителя для питания схемы управления 7 и логического инвертора 8, а также к другим входам преобразователя напряжения 6

и блока сигнализации 4. Электропитание подается на схему управления устройством. В блоке сигнализации 4 красный светодиод сигнализирует о подаче питания. Сигнал на выдачу взрывного импульса на другом входе блока ограничения длительности и тока взрывного импульса 5 отсутствует, поскольку отсутствует сигнал на выходе регулятора напряжения 3 о заряженном состоянии конденсатора-накопителя преобразователя напряжения 6 и присутствует напряжение питания на входе логического элемента 8. Преобразователь напряжения 6 работает, заряжая конденсатор-накопитель, напряжение на котором контролируется регулятором напряжения 3. При достижении последним заданного значения на выходе регулятора напряжения 3 формируется сигнал, который подается на первый вход преобразователя напряжения 6 и стабилизирует напряжение на конденсаторе-накопителе, поступает на первый вход блока сигнализации и вызывает сигнализацию готовности к проведению взрыва свечением зеленого светодиода, подается на другой вход сумматора 9.

Пользователь устройства, имея сигнал о его готовности, принимает решение о выдаче взрывного импульса и отключает с помощью съёмного ключа 2 блок питания 1. В дальнейшем питание схемы управления устройством осуществляется от накопителя для питания схемы управления 7. Исчезает напряжение питания на входе логического инвертора 8, а на его выходе появляется сигнал, который вместе с сигналом с выхода регулятора напряжения 3 формирует на выходе логического сумматора 9 сигнал-разрешение на выдачу взрывного импульса. Блок ограничения длительности и тока взрывного импульса 5 подключает взрывную цепь к конденсатору накопителю, ограничивая разрядный ток во взрывной цепи до заданного значения, что гарантирует надежный взрыв любого количества электродетонаторов во всем рабочем диапазоне устройства и минимальную энергию искрения во взрывной цепи. Когда истечет время длительности взрывного импульса, блок ограничения длительности и тока взрывного импульса 5 отключает взрывную цепь от конденсатора накопителя преобразователя напряжения 6 и разряжает энергию, которая осталась в конденсаторе-накопителе после взрывного импульса, например, на резистор.

Таким образом, в разработанном взрывном устройстве решена поставленная задача: упрощена коммутация съёмного ключа, ограничен на заданном уровне ток взрывного импульса и есть возможность формировать взрывной импульс только после окончания заряда конденсатора-накопителя, что дает возможность повысить надежность ведения взрывных работ и их безопасность.

Основные технические характеристики малогабаритного взрывного прибора следующие:

степень защиты от внешних воздействий	IP54
максимальное число последовательно соединенных электродетонаторов нормальной чувствительности к току, шт.:	
для ВП-50 (при сопротивлении взрывной цепи не более 150 Ом)	50
для ВП-75(при сопротивлении взрывной цепи не более 150 Ом)	75
питание прибора	два элемента типа АА
количество циклов взрывания без смены элементов питания, не менее	300
стабилизированное напряжение на конденсаторе-накопителе, В:	
для ВП-50	330±20
для ВП-75	400±20
величина взрывного импульса, подаваемого во взрывную цепь, А ² ·мс, не менее	3
время подачи импульса во взрывную цепь, мс, не более	4
время подготовки прибора к выдаче взрывного импульса, с, не более	15
управление прибором	специальным ключом
габаритные размеры, мм, не более	110x70x40

Взрывные приборы ВП-50(75) с 2004 года выпускаются серийно, удобны в эксплуатации и находят широкое применение на угольных предприятиях Украины.

1. ГОСТ 21806-76
2. Лурье _._. Теория электровзрывания
3. Единые правила безопасности при взрывных работах.-Киев.: Норматив.-
190 с.
4. .