

**SISTEM AUTOMAT PENTRU
LOCALIZAREA
EXPLOZIILOR ÎN MINELE
DE CĂRBUNE SUBTERANE**

Kurtzelin Evtim Ruytchov
Assoc. Prof.

University of Mining and Geology “St.
Ivan Rilski”, Sofia, Republic of
Bulgaria

Cozma Vasile, prof. univ. dr. ing.
Universitatea Constantin Brancusi Tg-
Jiu

ABSTRACT. În această lucrare sunt prezentate conceptele operaționale și caracteristicile tehnice și ale unui sistem automat de localizare a exploziilor, în funcție de condițiile minelor.

CUVINTE CHEIE: sistem automat, localizare, explozie, mină de cărbune.

INTRODUCERE

Una din problemele nerezolvate în cazul minelor de cărbune subterane este lipsa unei soluții tehnice pentru prevenirea creșterii numărului de explozii pe distanțe considerabile sau pentru ținerea sub control a exploziilor de la stagiile de început ale apariției și dezvoltărilor. Aplicația unei astfel de soluții tehnice și a echipamentului aferent

**AUTOMATIC SYSTEM FOR
THE LOCALIZATION OF
EXPLOSIONS IN
UNDERGROUND COAL
MINES**

Kurtzelin Evtim Ruytchov Assoc.
Prof.

University of Mining and Geology “St.
Ivan Rilski”, Sofia, Republic of
Bulgaria

Cozma Vasile, prof. univ. dr. ing.
Universitatea Constantin Brancusi Tg-
Jiu

ABSTRACT. In this report the operational concept and technical characteristics of an automatic system for localization of explosions as well as the mining conditions of its application are presented.

KEYWORDS: automatic system, localization, explosion, underground coal mine.

INTRODUCTION

One of the unsolved problems connected with the underground coal mining is the lack of technical solutions and means preventing the spread of occurring explosion over considerable distances or bringing the explosion under control at the very initial stage of its occurrence and development. The application of such technical solutions and

implementării limitează și reduce la minim efectele și consecințele unei explozii. În prezent, aceste soluții au importanță ridicată dacă luăm în considerare posibilitatea asigurării unei protecții mai eficiente, la apariția unei explozii, a muncitorilor din mină.

Lucrarea de față oferă informații despre una dintre primele soluții tehnice în acest domeniu: un sistem automat pentru localizarea exploziilor în minele de cărbune.

OBIECTIVELE APLICATIVE ALE SISTEMULUI AUTOMAT DE LOCALIZARE A EXPLOZIILOR DE TIPUL SLVA.O

Sistemul automat SLVA.O este realizat pentru menținerea sub control și localizarea întinderii exploziilor metanului sau a prafului de cărbune încă din faza de creare prin aducerea, în zona cu probleme, a substanțelor de stingere. Sistemul SLVA.O este proiectat pentru instalarea în medii diverse având în vedere posibilitățile apariției exploziilor gazului metan sau a prafului de cărbune.

CATACTERISTICI TEHNICE ALE SISTEMULUI SLVA.O

Parametrii și dimensiunile principale ale sistemului sunt date în tabelul 1.

Tabelul 1.

Nr.	Parametru	Valori normale
1.	Diametrul minim ale sursei de explozie care poate fi înregistrat de la o distanță mai mare de 5m [m]	0,75
2.	Domeniul unghiului senzoriului de detecție [grade]	70°
3.	Lungimea minimă a zonei de împrăștiere a	15

respective equipment for their implementation will limit and bring to a minimum the effects and consequences of the explosion. Nowadays, these solutions are of especially great importance if considered the possibility of ensuring more efficient protection from occurring explosions for all the operators present in the underground mine.

The present report submits information about one of the first technical solutions in this field: an automatic system for localization of explosions in underground coal mines.

APPLICATION PURPOSES OF THE AUTOMATIC SYSTEM FOR LOCALIZATION OF EXPLOSIONS OF THE TYPE SLVA.O

The automatic system SLVA.O is intended for bringing under control and localizing the spread of explosions of methane or coal dust at the very beginning of their development through forced feeding of flame-extinguishing substance into the area of the explosion source. The SLVA.O system are intended for installation at potentially hazardous places regarding the possibilities of methane or coal dust explosions.

TECHNICAL CHARACTERISTICS OF THE SLVA.O SYSTEM

The system's main parameters and dimensions are given in Table 1

Table 1

	Parameter	Norm Value
1.	Minimal diameter of the explosion source that can be recorded at a distance up to 5 m, m	0.75
2.	Range angle of the sensor for	

	substanțelor anti-inflamatoare în tunelul cu secțiunea de lucru de 10m ² [m]	
4.	Tensiunea de alimentare la frecvența de 50 ±1 Hz [V]	36
5.	Puterea consumată [VA]	5
6.	Timpul de lucru cu sursa de back-up [h]	6
7.	Dimensiuni (lungime, lățime, înălțime) [mm]	
7.1	Senzorul de detecție a flăcărilor, FRS	160x65x50
7.2	Dispozitivul pentru limitarea și eliminarea exploziilor, ELE	1000x490x460
7.3	Unitatea de conctare starter, SCU	225x70x120
7.4	Suspensia	1390x228x236
8.	Greutatea	
8.1	Senzorul FRS [kg]	0.5
8.2	Dispozitivul ELE [kg]	65
8.3	Unitatea SCU [kg]	50
8.4	Suspensia [kg]	20
9.	Greutatea substanței pudră PZH-1 pentru încărcarea ELE [kg]	30

PARAMETRII DE FIABILITATE

Media orelor de funcționare între avarii: 5000 h.

Media de timp pentru refacerea stării de funcționare: max. 60 min.

Media timpului de funcționare: min. 5 ani.

Media timpului de depozitare: min. 5 ani.

CONDIȚIILE DE FUNCȚIONARE A SISTEMULUI ÎN MINĂ

Sistemul SLVA.O este realizat să funcționeze în condițiile periculoase din

	flame recording, degrees	70°
3.	Minimal length of the area of spreading the flame-extinguishing medium at cross-section of the working up to 10 m ² , m	15
4.	Rated supply voltage at a frequency of 50 ±1 Hz, Vi	36
5.	Power consumption, VA	5
6.	Operational time with back-up power supply unit, h	6
7.	Size (length, width, height), mm	
7.1	Flame recording sensor, FRS	160x65x50
7.2	Device for explosion limitation and elimination, ELE	1000x490x460
7.3	Starter-connecting unit, SCU	225x70x120
7.4	Suspension	1390x228x236
8.	Weight	
8.1	Sensor FRS, kg	0.5
8.2	Device ELE, kg	65
8.3	Starter-connecting unit SCU, kg	50
8.4	Suspension, kg	20
9.	Weight of a substance of powder-like appearance PZH-1 for charging ELE, kg	30

RELIABILITY PARAMETERS

Average working hours between faults: min 5000 h.

Average time period for restoring the state of working ability: max. 60 min.

Average operational time: min. 5 years.
Average storage time: min. 5 years.

MINING CONDITIONS FOR THE SYSTEM OPERATION

minele de cărbune în prezența gazului metan și a prafului de cărbune (categoria superioară sau emisii instantanee).

Componentele sistemului SLVA.O pot funcționa la parametrii optimi în următoarele condiții:

- temperatura aerului: $-10 \div 50^{\circ}\text{C}$;
- umiditatea relativă până la 100% la $t=35^{\circ}\text{C}$;
- cantitatea de aer în mediu până la 1000 mg/m^2 ;
- variații ale tensiunii de alimentare: de la +10 V la -15%.

PERFORMANȚELE ȘI CONFIGURAȚIA SISTEMULUI

Schema structurală a sistemului SLVA.O este prezentată în figura 1, cu următoarele notații:

- 1) FCS – Senzor control flăcări;
- 2) PR – Fotoreceptor;
- 3) LA1, LA2 – amplificatoare pentru lumina în infraroșu și, respectiv, pentru lumina vizibilă;
- 4) CPSD – Dispozitiv de control al formei pulsurilor;
- 5) CE – Element de comparație;
- 6) TS – Tranzistor comutator;
- 7) HIC – Circuit integrat hibrid;
- 8) ELE – Dispozitiv pentru limitarea și eliminarea exploziilor;
- 9) MC – Microcontroler;
- 10) AS – Subunitate de acumulare;
- 11) BPSU – Sursă de alimentare de back-up;
- 12) SCU – Unitate de conectare a starterului;
- 13) PC – Cartuș pirotehnic.

The SLVA.O system is intended for operation under the conditions of underground coal mines dangerous for the presence of methane gas and coal dust (super-category or sudden emissions).

The components of the SLVA.O system are in good operational condition under the following conditions:

- Air temperature from -10 to $+50^{\circ}\text{C}$;
- Relative humidity up to 100 % at $t = 35^{\circ}\text{C}$;
- Dust contents in the environment up to 1000 mg/m^2 ;
- Deviations of the supplied voltage: from +10 to -15 %.

SYSTEM CONFIGURATION AND PERFORMANCE

The structural diagram of the SLVA.O system is shown in Fig.1 where the following designations have been assumed:

- 1) FCS - flame control sensor;
- 2) PR - photoreceiver;
- 3) LA1, LA2 - amplifiers for the infrared light channel and for the visible light channel, respectively;
- 4) CPSD - control pulse shaping device;
- 5) CE - comparison element;
- 6) TS - transistor switch;
- 7) HIC - hybrid integrated circuit;
- 8) ELE - device for explosion limitation and elimination;
- 9) MC - microcontroller;
- 10) AS - accumulating sub-unit;
- 11) BPSU - back-up power supply unit;
- 12) SCU - starter connecting unit;
- 13) PC - pyro-cartridge.

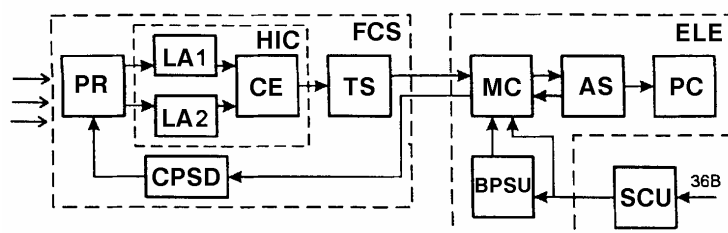


Figura 1. Schema structurală a sistemului SLVA.O / Figure 1. Structural diagram of the SLVA.O system

Sistemul SLVA.O lucrează în regim de așteptare. La apariția exploziei gazului metan în aria de acoperire a FRS, următorul bloc reacționează și formează un semnal de control pentru pornirea dispozitivului ELE. Dispozitivul ELE procesează semnalul obținut și elaborează un semnal pentru eliberarea încărcăturii pirotehnice a cartușului.

Microcontrolerul MC realizează periodic cicluri de control pe timpul funcționării pentru: senzorul de detecție a flăcărilor, conexiunile de linie între dispozitivul de limitare și eliminare a exploziilor ELE și senzorul de detecție prezenței flăcărilor FRS, tensiunea sursei de alimentare și starea circuitului cartușului pirotehnic.

Informațiile sunt indicate cu ajutorul a două LED-uri: „Control” și „Operare”. LED-ul „Operare” indică starea senzorilor. Acesta clipește periodic de un număr de ori corespunzător numărului senzorului care funcționează corect, iar la înregistrarea unei explozii acesta stă aprins permanent. LED-ul „Control” pornește să clipească automat atunci când: întreruperea circuitului cartușului pirotehnic, lipsa sau scăderea tensiunii de alimentare de la SCU, descărcarea bateriei de back-up. În timpul funcționării normale LED-ul „Control” nu clipește.

Unitatea de back-up a tensiunii de

The SLVA.O system operates in a waiting regime. At the occurrence of methane explosion in the area embraced and controlled by the FRS, the latter reacted and formed a controlling signal for turning on the ELE device. The ELE device processes the signal obtained and forms a signal for ignition of the pyrotechnical charge of the cartridge.

The microcontroller MC periodically performs cycles of control on the operational ability of: the flame-recording sensor, the good condition of the connection line between the device for explosion limiting and elimination ELE and the sensor for flame presence FRS, the power supply voltage, and the state of the pyro-cartridge circuit.

The information is indicated with the help of two LED: “Control” and “Operation”. The LED “Operation” indicates the state of the sensors. It blinks periodically as many times as is the number of the sensor in good condition, and at the registration of an explosion the light is permanently on. The LED “Control” starts blinking automatically at: disruption of the pyro-cartridge circuit, lack or presence of a low power supply from SCU, discharged back-up accumulator battery. During normal system operation the LED “Control” does not blink.

The back-up power supply unit BPSU ensures operational ability and performance by the SLVA.O of all its functions in case of turning off the whole mine power-supply

alimentare BPSU asigura funcționarea SLVA.O la performanțe normale în cazul opriri alimentării cu energie a întregii mine, până la 6 ore.

Senzorul FRS este realizat pentru înregistrarea radiațiilor provenite de la aprinderea mixturii aer-metan sau aer – cărbune – metan cu ajutorul unui foto-receptor cu infraroșu, capabil să formeze și să transmită un semnal pentru pornirea dispozitivului ELE, și în același timp transmite și informații despre starea sensorului și a circuitului de alimentare.

Unitatea SCU furnizează sistemului SLVA.O alimentarea cu tensiunea de 24 V și un curent de 110 mA. SCU primește la intrarea tensiunea alternativă de 36 V.

Dispozitivul pentru limitarea și eliminarea exploziei (ELE) asigură:

- crearea unui mediu de limitare a extinderii exploziei, rezultată din aprinderea gazului metan sau a prafului de cărbune, prin forțarea introducerii unei cantități mari de pudră anti-inflamatoare în zona focarului;
- alimentarea senzorilor;
- achiziționarea și prelucrarea informațiilor furnizate de senzori;
- neîntreruperea alimentării cu energie a sistemului SLVA.O în cazul penelor de curent din mină.

INSTALAREA SISTEMULUI

Componentele sistemului SLVA.O sunt plasate în mină în jurul potențialelor surse de explozie, în conformitate cu: certificatul pentru construirea și menținerea minelor, proiectul minei de cărbune. Schemele exemplu de aranjare a componentelor unui sistem sunt prezentate în figura 3 și 4. Figura 2 prezintă schema conexiunilor externe ale sistemului SLVA.O.

system, but for no more than 6 hours.

The FRS sensor is intended for recording the radiations from ignited methane-air or coal-methane-air mixtures with the help of an infrared photo-receiver, forming and applying a signal for turning on the ELE device, and in the same time to sell information for the state of the sensor and its power supply circuit.

The SCU unit provides power supply to the SLVA.O system with spark-safe direct voltage of 24 V and load current up to 110 mA. An alternating voltage of 36 V is fed to the SCU input.

The device for explosion limitation and elimination (ELE) ensures:

- the creation of a medium limiting the spread of the explosion, occurring as a result of the ignition of methane gas or coal dust, through forced feeding of a large quantity of gases and fire-extinguishing powder into the area of the ignition source;
- the power supply to the sensors;
- the acquisition and processing of information about the creation of the sensors;
- uninterruptibility of the power supply to the SLVA.O system at turning off the electric power supply to the mine.

INSTALLING THE SYSTEM

The components of the SLVA.O system are placed in mine workings around potential sources of explosions in conformity with: approved certificate for construction and supporting mine workings; approved project of coal mining area. Exemplary diagrams for the layout of system components are shown in Figs. 3 and 4. Fig. 2 shows a diagram of the external connections of the SLVA.O system.

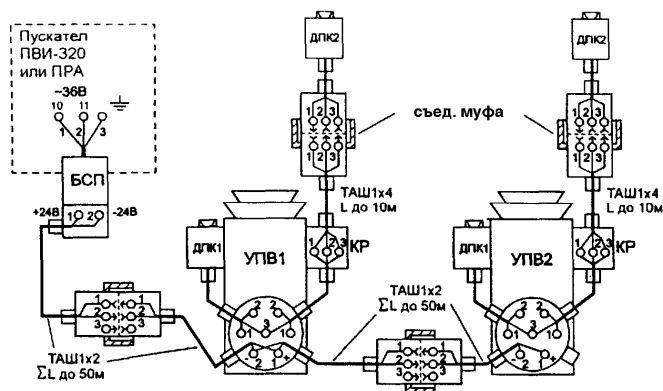


Figura 2. Schema conexiunilor externe a sistemului SLVA.O / Diagram of the external electric connections of the SLVA.O system

CONCLUZII

Minele de cărbune moderne sunt caracterizate de un grad ridicat de mecanizare, electrificare și automatizare a proceselor tehnologice, prin utilizarea mașinilor și instalațiilor scumpe, și prin concentrări mari de echipament și personal.

Acestea sunt motivele pentru care fiecare explozie a gazului metan și a prafului de cărbune în minele de cărbune sunt însoțite de pierderi materiale însemnate și de asemenea accidentarea personalului. Este prima dată când în cadru minelor se utilizează un sistem automat pentru aducerea sub control și localizarea exploziilor.

CONCLUSIONS

The modern underground coal mine is characterized by a high degree of mechanization, electrification, and automation of technological processes, by the use of high-cost machinery and installations, and by the considerable concentration of equipment and personnel.

These are the reasons why every explosion of methane gas of coal dust in the underground coal mine is accompanied by great material losses and human injuries of various degrees of gravity. This is the first time in the mining practice that an automatic system for bringing under control and localizing explosions in underground coal mines has been proposed.

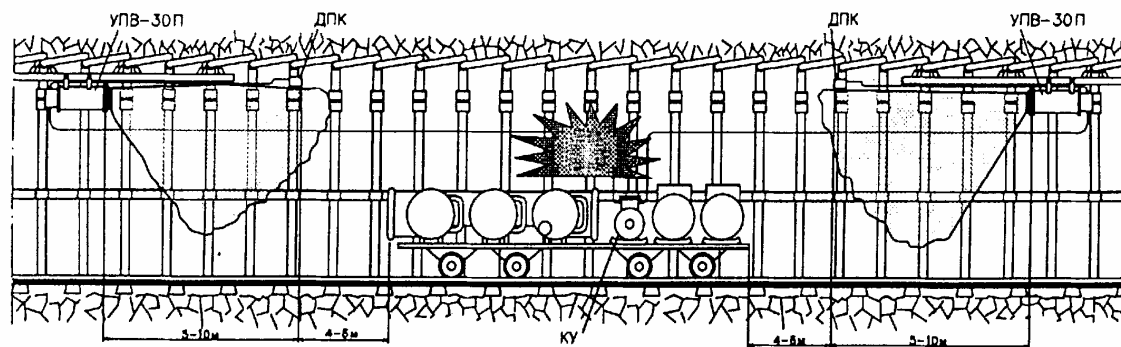


Figura 3. Schema montării sistemului SLVA.O pentru protecția unei stații de schimb / Layout diagram of components of the SLVA.O system protecting an electrical switchgear station in underground mine

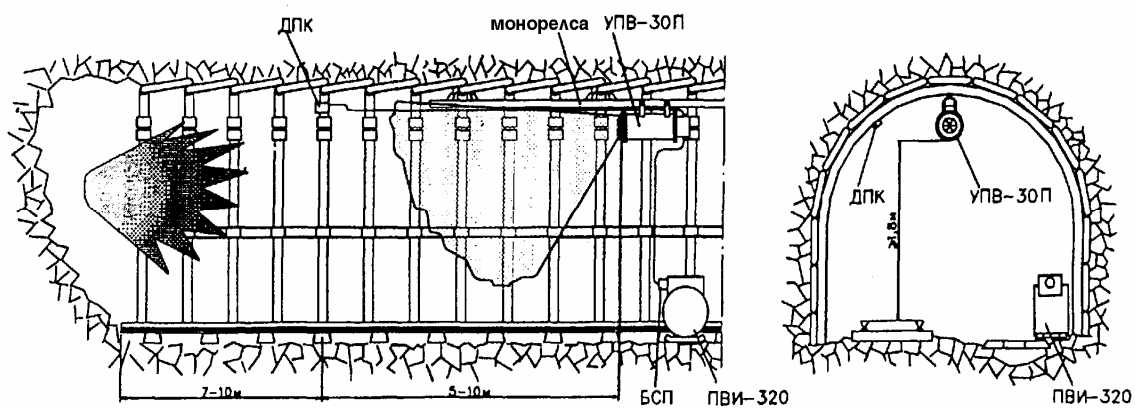


Figura 4. Schema montării sistemului SLVA.O pentru protecția unei galerii libere / Layout diagram of the SLVA.O system for the protection of a blind heading development

BIBLIOGRAFIE

- [1] Regulations for Labour Safety during the Development of Underground Coal Mines (B-01-01-01), Sofia, 1992, Vols. 1 and 2.
- [2] Instructions Manual for the Operation of an Automatic System for Localization of Explosions of the Type SLVA.O, No. 1811.00.00.000 RE.