

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ТОПЛИННАТА УСТОЙЧИВОСТ НА ПРЕДОХРАНИТЕЛНИТЕ ЕКСПЛОЗИВИ

Гергана Камбурова

Минно геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София

РЕЗЮМЕ. Един от важните параметри на предохранителните експлозиви за осигуряване на безопасна и безаварийна работа в рудниците опасни от експлозии на газ и прах е топлинната им устойчивост. Този основен параметър на съвременните експлозиви е регламентиран в новата серия стандарти приети от ЕС и предназначени за граждански цели EN 13631-2 приет вече и като БДС. Съгласно тези нови изисквания допуснатите до употреба експлозиви трябва да запазят изцяло своите качества, без каквито и да е реакции, след престояване в продължение на 48 часа в топлинна камера при температура $75\pm 2^\circ\text{C}$.

В настоящата работа се разглеждат извършените изследвания на допуснатите до употреба у нас предохранителни експлозиви Балканит, Метанит и Скаленит.

От извършените изследвания се установи, че тези марки експлозиви напълно отговарят на изискванията на ЕС към експлозивите предназначени за граждански цели.

STUDY OF THE HEAT RESISTANCE AND STABILITY OF EXPLOSIVE MIXES

Gergana Kamburova

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700, e-mail: minenergo yahoo.com

ABSTRACT. One of the most important parameters of safety of explosive agents, to ensure safe and secure work in mines that have potential dangers of uncontrolled blow outs due to gases and dust in the mines, is the explosive agents' resistance to heat. This main safety parameter of the explosive agents in today's practice was regulated in a new set of standards adopted by the EU. These same set of standards were also adopted by BDC (State of Bulgaria Standards) for use of explosive agents for civil practice. According to these standards for explosive agents have to be tested for 48 hours in a heated chamber at temperatures of 75 ± 2 degrees Celsius. For the explosive agents to be fit for use they have to maintain all its qualities (physical and chemical) after these 48 hours in the chamber.

The above mentioned research was performed on 3 specific explosive agents – "Balkanit", "Metanit", and "Skalenit" to determine if they comply with the standards set by the EU and BDC. The results were conclusive; all 3 of these explosive agents comply with the standards adopted by the EU and the BDC and are fit for use for civil applications.

Въведение

Европейският съвет по стандартизация CEN в изпълнение на Директива 93/15 за хармонизиране на изискванията към експлозиви за граждански цели ЕЕС от 15 април 1993г., разработва серия 13631 от 16 бр. нови стандарти. Номер 2 от тази серия е стандартът за изискванията към експлозивите за топлинната им устойчивост. На тези изисквания трябва да отговарят всички експлозиви допуснати от компетентните органи за употреба.

Изследвания за определяне на топлинната устойчивост на допуснатите до употреба експлозиви у нас досега не са правени. Първите изследвания по този въпрос са извършени при изпълнение на Правителствена програма за разработване на екологична, безопасна и ефективна технология за оползотворяване на вторични бездимни барути извлечени от ненужни армейски боеприпаси. (Камбурова и др., сп. Експлозив, бр.5, 2007).

Температурната устойчивост на експлозивите следва задължително да се посочи от производителите на потребителите съгласно изискванията на новия БДС EN

13857 – 3:2002. Съгласно т.121 от общата информация и съгласно т.122 от допълнителната информация за бризантни експлозиви се посочва температурния интервал, в който може да се използва съответния експлозив, както и максималната температура, в която същият може да се използва в продължение на определени часове. Тази задължителна информация не може да се даде без извършване на съответните изследвания за различните видове експлозиви за граждански цели.

В настоящата работа се разглеждат извършените изследвания за топлинната устойчивост на предохранителните амониено-селитрени тротилосъдържащи експлозиви. (Камбурова, Митков, 2007).

1. Видове предохранителни експлозиви и основни свойства

Основните видове предохранителни експлозиви допуснати до употреба у нас са с марки Балканит, Метанит и Скаленит. (Лазаров и др., 1965, 1971). И трите вида

предохранителни експлозиви са амониено-селитрени, тротилосъдържащи. В техните състави се съдържат амониев и калиев нитрати, тринитротолуол, натриев хлорид, дървесно брашно и дървени въглища. От гледна точка устойчивост към топлина проблемен е тринитротолуолът с точка на топене 80 °С. Тези експлозиви са в прахообразен вид, като през сито с отвори 0,2 mm следва да преминат над 70% от взривната смес, а надситовия продукт не следва да надвишава 30%. Критичният диаметър на изследваните експлозиви е от 9 до 11 mm, бризантността по Хес от 10 до 13 mm, работоспособността им по Трауцел е от 210 до 280 cm³. Скоростта им на детонация е от 2600 до 3400 m/s а безопасният им граничен заряд в централен канал без забивка е 800-850 g за Балканита, 600 g за Метанита и 400 g за Скаленита.

Въз основа на досега действащия стандарт БДС 14601-92 Амонити предпазни и Техническите спецификации т.н. работна температура или допустимия температурен интервал при употреба на предохранителните експлозиви е от плюс 50°С до минус 35°С. Така определения температурен интервал за тези експлозиви, обаче не отговаря на действащите понастоящем изисквания в ЕС за температурна устойчивост на експлозивите предназначени за граждански цели.

2.Метод на изследване

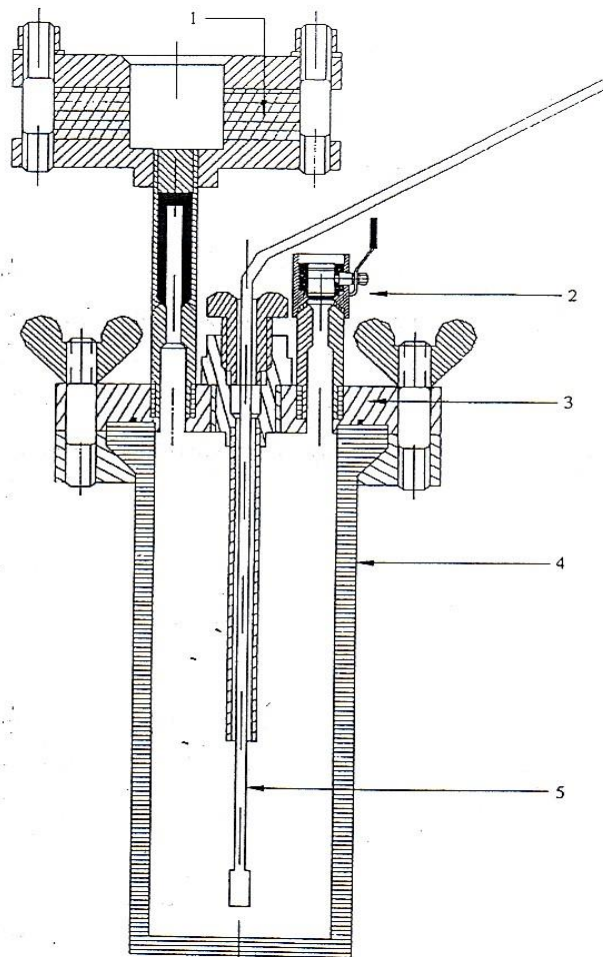
Изследванията за определяне на температурната устойчивост на предохранителните експлозиви са извършени в съответствие с изискванията на Директива 93/15 и БДС EN 13631-2.

За целта е необходима нагревателна камера, в която може да се поддържа температура от 75±2°С. Нагревателната камера следва да има дублирани терморегулатори или други средства за защита срещу излизане на температурата извън контрол, ако управляващият термостат откаже да работи нормално. Препоръчва се системата да бъде изолирана и да има възможност за дистанционно управление. Нагревателната система, трябва също да бъде съоръжена с вентилационна система. Електрическите съоръжения трябва да бъдат безопасни при работа с експлозиви. Необходима е и везна с възможност за измерване на теглото с точност ±0,1 g. Използват се три термодвойки от съответния вид. Термодвойките трябва да бъдат с обвивка, която е инертна по отношение на изпитваните вещества. Тяхната точност трябва да бъде от ±1°С. Необходими са две стъклени тръби с плоско дъно и вътрешен диаметър (50,5±0,5mm), с дължина приблизително 150 mm и дебелина приблизително 3 mm. Стъклената тръба, използвана за поставяне на експлозива, трябва да бъде снабдена с устройство за затваряне и газонепроницаемо устройство с разрушаваща се част. Разрушаващият се диск следва да бъде калиброван при статично нанометрично налягане от 60 kPa или с устройство за непрекъснато измерване на налягането. Освен това трябва да се осигури и средство за проветряване на устройството.

При изпитването са необходими еталонни материали със същото физично състояние, като изпитвания експлозив.

Такива еталонни материали са например пясък или двуалуминиев триоксид, при изпитване на прахообразни взривни смеси. Масата на еталонния материал трябва да бъде от 300 g.

На фиг. 1 е дадена стъклена тръба за изпитване със затварящо се устройство и с разрушаващ се диск.



Фиг. 1 Стъклена тръба със затварящо се устройство с разрушаващ се диск

1-разрушаващ се диск; 2-изпускателен клапан; 3-затварящо устройство; 4-стъклена тръба; 5-термодвойка

За прахообразни експлозиви, изпитваният образец е с обем от (100±4) ml. Частици по-големи от 4 mm , ако има такива, трябва да бъдат раздробени преди изпитването.

Процедурата за определяне на топлинната устойчивост на експлозивите е следната:

При липса на информация за топлинното поведение на изпитвания експлозив, трябва да се извърши предварително изпитване с малко количество от порядъка на 5 g. При това предварително изпитване се определя дали даденото вещество се взривява при температура 75±2°С. Поради това, че съгласно стандарта при производство на изследваните предохранителни експлозиви, температурният интервал за употреба е плюс 50°С до минус 35°С и неизвестността дали ще се получи взривяване не при температура 75±2°С се извърши предварително изпитване

на трите експлозива поотделно с малки количества от по 5 g всеки. Установи се, че след престояване от 48 h при температура $75\pm 2^{\circ}\text{C}$ не се получи реакция (взривяване) и при трите изследвани проби. След предварителното изпитване, се започна стандартното изпитване.

За целта термокамерата се включва и се настройва на $75\pm 2^{\circ}\text{C}$. Празна стъклена тръба описана на фиг.1 се претегля, след което в нея се поставя изпитвания образец от експлозива. Пробата от експлозива се изсипва в тръбата, без да се уплътнява, като следва да изпълни долната част на тръбата до височина $50\pm 1\text{ mm}$, което осигурява обем на изпитвателния образец от $100\pm 2\text{ ml}$. След поставяне на пробата в стъклената тръба, тя се претегля отново, за да се определи масата на изпитвания образец и се установи плътността на зареждането му.

Плътността на пробата се определя по формулата :

$$\rho = \frac{M}{V}, \text{ g/ml}$$

ρ - плътност на зареждане на пробата, g/ml

M - маса на изпитвания образец, g

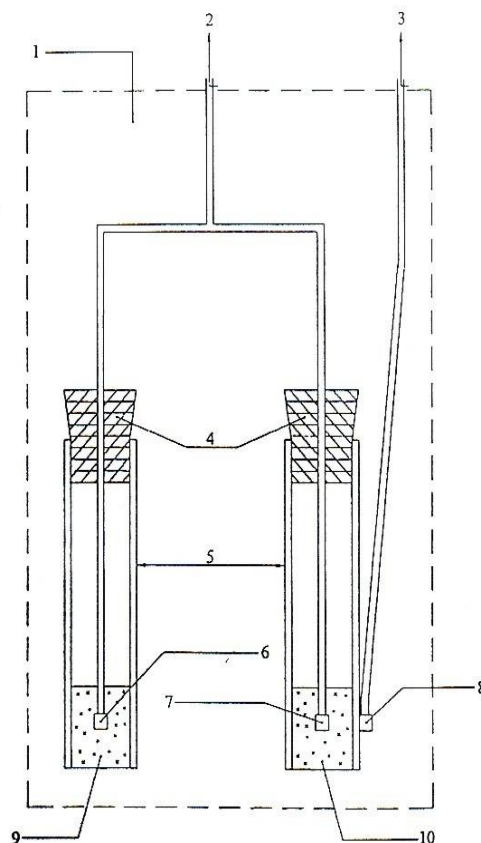
V - обем на изпитвания образец, ml

След тази подготовка, във втората стъкленка се поставя $100\pm 2\text{ ml}$ от избраното еталонно вещество, без да се претегля.

На фиг. 2 е даден блокът на изпитвателното устройство с двете стъклени тръби. В първата стъкленка с изпитвания експлозив, се поставя термодвойката T_1 . Проводниците се прокарват през затварящото устройство, като се следи предходната част на термодвойката да бъде в границите на 2 mm от центъра на изпитвания образец. При прахообразни, вещества, термодвойката T_1 се поставя във веществото. Термодвойката T_2 се поставя по същия начин във втората стъклена тръба с еталонното вещество. Термодвойката T_3 определяща температурата в камерата се прикрепва, например с проводник към външната стена на втората стъклена тръба с еталонното вещество. Двете стъклени тръби с поставените термодвойки, следва да бъдат на 10 cm и повече една от друга. Термодвойките се свързват към системата за записване на температурата, която се включва. След като изпитваният образец от експлозива и еталонното вещество са достигнали $75\pm 2^{\circ}\text{C}$, се определя налягането и изпитването продължава до $48\pm 1\text{ h}$, като се следи за следните явления:

- Взривяване или пламък.
- Освобождаване на газ и разрушаване на разрушаващия се диск или увеличаване на налягането над 60 kPa.
- Самонагриване на изпитваното вещество, с разлика в температурата над 3°C в сравнение с еталонното вещество.

Ако се получи едно от посочените явления, изпитването се прекратява. Нагревателното устройство се изключва и след като се охлади се изучава съдържанието на изпитвания образец и устройството.



Фиг. 2 Схема на блока на изпитвателно устройство за определяне на топлинната устойчивост на експлозивите

1-нагревателна камера; 2-проводници на термодвойки T_1 и T_2 ; 3-проводници до термодвойка T_3 ; 4-затварящи устройства; 5-стъклени тръби; 6-термодвойка T_1 ; 7-термодвойка T_2 ; 8-термодвойка T_3 ; 9-изпитван образец от веществото с обем 100 ml; 10-еталонно вещество с обем 100 ml

Ако няма на лице никоя от горните реакции, изпитването продължава до 48-мия h, след което камерата се изключва и след нейното охлаждане пробата от експлозива се изважда и се претегля, за да се установи получила ли се е някаква загуба на тегло.

Ако при изпитването липсва реакция се определя, че експлозивът е устойчив на топлина и се записва като резултат "липса на реакция". В противен случай се определя, след колко часа е настъпило взривяване или се е появил пламък, след колко време се е получило самонагриване или се е разрушил диска, кога налягането се е покачило над 60 kPa и др. и се записва, като резултат "реакция".

Разработената методика за определянето на топлинната устойчивост на експлозивите за граждански цели е изключително прецизна и е свързана с безопасността за производство и употреба на различните марки експлозиви.

3.Резултати от извършените изследвания

От всеки предохранителен експлозив бяха изследвани по три броя проби по описаната методика. На таблица 1 са дадени обобщените резултати.

Таблица 1

Топлинна устойчивост на предохранителните експлозивни престояли 48h в камера при температура $75\pm 2^\circ\text{C}$

№	Видове предохранителни експлозивни	Брой проби	Среден обем на пробите, ml	Средно тегло, g		Насипна плътност, g/cm ³	Реакция	Загуба на маса, g
				преди	след			
1.	Марка „Балканит“ Безоп. гранич. заряд 800-850 g	3	100	70,18	70,12	0,70	Липса на реакция	-0,06
2.	Марка „Метанит“ Безоп. гран. заряд 600 g	3	100	71,80	71,72	0,72	Липса на реакция	-0,08
3.	Марка „Скаленит“ Безоп. гран. заряд 400 g	3	100	68,57	68,44	0,69	Липса на реакция	-0,07

От извършените изследвания се установи, че и трите марки предохранителни експлозивни издържат на теста за топлинна устойчивост. По време на изследванията се установи, че след престой на пробите от 48h в камера при температура $75\pm 2^\circ\text{C}$ липсват посочените в изискванията явления, а именно:

- липса на взривяване или поява на някакъв пламък;
- липсва освобождаване на газ или увеличаване на налягането в стъкления цилиндър, като няма на лице разрушаване на системата;
- не се наблюдава самонагриване на изпитваните вещества с разлика в температурата на над 3°C .

За установяване на тези явления състоянието на пробите от експлозивни се следеше през 3 h.

По време на изследванията се установи загуба на маса от 0,06 до 0,08 g, което представлява част от влагата на взривните смеси. Загубата на масата е минимално и е в порядъка 0,10-0,11% от средното тегло на пробите.

Престояването на пробите при $75\pm 2^\circ\text{C}$ се отрази единствено на сипкавостта на взривните смеси. Във всички проби от трите вида експлозивни след 48h се получи спичане и втвърдяване. От извършения анализ се установи, че спичането и втвърдяването се дължи на значителните количества на прахообразен амониев нитрат в експлозивите. Известно е, че амониевият нитрат има няколко кристални модификации, кубична, тетрагонална, ромбична и др. Тези кристални модификации са стабилни в определени температурни граници. При нагриване на амониевия нитрат той преминава от една в друга модификация съпроводено с изменение на формите на кристалите. Това води до изменение на плътността им. Стабилни модификации има при температурен интервал от минус 16 до $32,3^\circ\text{C}$, както и от $32,3$ до $85,1^\circ\text{C}$. По време на изпитването се преминава във втория температурен интервал, което води до съответната прекристализация. Това се получава въпреки наличието на определено съдържание на дървесно брашно.

Трябва да се отбележи, че при по-продължително нагриване на амониевия нитрат до 110°C е налице разлагане с образуване на амоняк и азотна киселина. По време на

изпитването при $75\pm 2^\circ\text{C}$ такова разлагане на амониевия нитрат не е установено.

4. Основни изводи и предложения

От извършените изследвания могат да се направят следните основни изводи и предложения:

1. В изпълнение на Директива 93/15 за хармонизиране изискванията на експлозивите за граждански цели от Европейския съвет по стандартизация CEN е изработени утвърден стандарт, приет и у нас като БДС за топлинна устойчивост на експлозивите допускани до употреба за граждански цели. Съгласно този стандарт всички експлозивни следва да издържат на температура $75\pm 2^\circ\text{C}$ в продължение на 48 h без появата на каквато и да е било реакция (взрив или пламък, самонагриване, отделяне на газове и увеличаване на налягането и др.)

2. Съгласно изискванията на стандарт БДС EN 13857 – 3 температурната устойчивост на експлозивите следва задължително да се представя от производителите на потребителите на експлозивни, като се посочва температурния интервал, в който може да се използва съответния експлозив, както и максималната температура, при която същият може да се използва в продължение на определени часове. С посочените данни за температурна устойчивост следва да се гарантира безопасна и безаварийна работа с допуснатите до употреба експлозивни.

3. Предохранителните експлозивни допуснати до употреба у нас с марки Балканит, Метанит и Скаленит са амониено –селитрени, тротилосъдържащи, като съдържат още калиев нитрат, дървесно брашно и дървени въглища. Те са прахообразни и са със скорост на детонация от 2600 до 3400 m/s.

4. Въз основа на досега действащия стандарт за предохранителните експлозивни БДС 14601-98 допустимия температурен интервал при тяхната употреба е от плюс 50°C до минус 35°C . Така определения температурен интервал не отговаря на действащите понастоящем изисквания в ЕС за температурна устойчивост.

5. От извършените предварителни и стандартни изпитвания се установи, че допуснатите до употреба предохранителни експлозиви с марки Балканит, Метанит и Скаленит издържат на изискването за топлинна устойчивост, като след престояване при $75\pm 2^{\circ}\text{C}$ в продължение на 48 h, липсва каквато и да е било реакция по изискванията на ЕС. Установи се, минималната загуба на маса от 0,10 до 0,11%, както и определено спичане (сбиване) на взривните смеси дължащо се главно на свойствата на амониевия нитрат.

6. Като се имат предвид резултатите от извършените изследвания, компетентните оторизирани органи в страната следва да изискат коригиране на действащите стандарти и технически спецификации за производство на предохранителните експлозиви, в частта им за температурния им интервал, който следва да отговаря на изискванията на БДС EN 13631-2 за топлинната им устойчивост. Освен това следва да се изисква задължително вписване на топлинната устойчивост на предохранителните експлозиви в информацията подавана на потребителите от производителите.

Препоръчана за публикуване от
Катедра "Открито разработване на полезни изкопаеми и взривни работи", МТФ

Литература

- БДС14601-98. Вещества взривни промишлени. Амонити предпазни.
- БДС EN 13857-3. 2002. Експлозиви за граждански цели – част 3: Информация, която трябва да се представи на потребителя от производителя или от негов упълномощен представител.
- БДС EN 13631-2. Експлозиви за граждански цели. Определяне на топлинната устойчивост на експлозивите.
- Камбурова Г., В. Митков. 2007. В Изследване на топлинната и химична устойчивост на нитроглицериновите и пироксилиновите бездимни барути, сп. *Експлозив*, бр. 5, С.
- Лазаров С., Запрянов. 1965. Създаване, изпитване и прилагане на новото взривно вещество Балканит в условията на Балканския и Бобовдолския въглищен басейн. *Годишник на МНИИ*, т. 8, Техника, С.
- Лазаров С., Деков Д. 1971. Изследване, създаване и изпитване и новите антигризутни взривни вещества Скаленит 1 и Скаленит 2. *Трудове на МНИПКИ Мин-проект*, т. 9, Техника С.