

Materiały Wysokoenergetyczne / High-Energetic Materials, 2015, 7, 106 – 109
ISSN 2083-0165

Wpływ podwyższonej temperatury na wybrane parametry użytkowe i bezpieczeństwa materiałów wybuchowych emulsyjnych

The effect of high temperature on selected parameters of emulsion explosives

Michał Szastok

Główny Instytut Górnictwa – Kopalnia Doświadczalna „Barbara”, ul. Podleska 72, 43-190 Mikołów, PL
E-mail: m.szastok@gig.eu

Streszczenie: W artykule przedstawiono wpływ oddziaływania podwyższonej temperatury na wybrane parametry użytkowe i bezpieczeństwa materiałów wybuchowych emulsyjnych (MWE). Do badań wybrano dwa materiały wybuchowe emulsyjne nabojuwane. Zbadano ich parametry użytkowe i bezpieczeństwa, tj. wrażliwość na tarcie i uderzenie, zdolność do detonacji oraz prędkość detonacji. Następnie MWE poddano oddziaływaniu wysokiej temperatury przez okres 1 h, 4 h, 20 h i ponownie zbadano w/w parametry.

Abstract: The paper presents the effect of the impact of high temperature on selected performance and safety parameters of emulsion explosives. Two emulsion explosives were chosen and examined for assessing their performance and safety parameters, i.e. sensitive to friction and impact, the ability to detonation and velocity of detonation. Then emulsion explosives were exposed to high temperature for a period of 1, 4 and 20 hours and assessed again.

Słowa kluczowe: materiały wybuchowe emulsyjne, podwyższona temperatura

Keywords: emulsion explosives, high temperature

1. Wprowadzenie

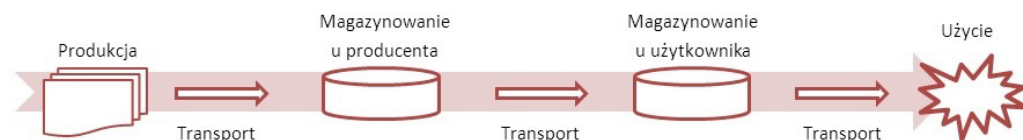
Materiały wybuchowe emulsyjne (MWE) to ostatnie osiągnięcie przemysłu górniczych środków strzałowych. Dzięki nim, górnictwo otrzymało środki strzałowe, które w swoim składzie nie zawierają wybuchowych komponentów (takich jak np. nitrogliceryna, TNT, itp.). Tym samym, MWE – w stosunku do „klasycznych materiałów wybuchowych (MW)” – mają niższą wrażliwość na tarcie i uderzenie, przez co ich produkcja, transport i użytkowanie stało się bezpieczniejsze. MWE zyskują w Polsce coraz większą popularność i w znaczącym stopniu wypierają „klasyczne MW”, a w związku z eksploatacją złóż na coraz większej głębokości – co za tym idzie w górotworze o coraz wyższej temperaturze – istotne wydaje się określenie wpływu wysokiej temperatury na parametry bezpieczeństwa i użytkowe MWE.

Wszystkie MW – niezależnie od składu – dzięki swojej stabilności przy małych odchyleniach od położenia równowagi oraz zdolności do zmiany stanu przy większych odchyleniach uznaje się za substancje metastabilne. Gwałtowna przemiana termodynamiczna MW może zostać zainicjowana przez różnorodne bodźce zewnętrzne, zwane bodźcami inicjującymi. Minimalna ilość energii bodźca, który jest zdolny do zapoczątkowania przemiany wybuchowej, świadczy o wrażliwości MW – im ta energia jest mniejsza, tym MW jest wrażliwszy. W zależności od charakteru MW mogą być to bodźce [1]:

- mechaniczne (uderzenie, nakłucie, tarcie),
- cieplne (ogrzanie, płomień),
- wybuchowe (energia wybuchu innego MW),
- elektryczne (zarzenie, wyładowanie).

Ze względów bezpieczeństwa, do użytku cywilnego stosuje się MW o niskiej wrażliwości, przez co do rozpoczęcia przemiany wybuchowej wymagane jest dostarczenie dużej ilości energii. Dzięki temu, niewielka ilość energii pochodząca ze źródeł innych niż środki inicjujące nie jest w stanie pobudzić do detonacji MW [2]. Specyficzny charakter MW oraz skala zniszczeń, jakie mogą powstać przy niewłaściwym obchodzeniu się z nimi sprawiły, iż użytkownicy MW zobowiązani są do zapewnienia MW właściwych warunków zarówno podczas stosowania, jak i magazynowania oraz transportu. Zapewnienie właściwych warunków, polega – w pierwszej kolejności – na określeniu wrażliwości na bodźce zewnętrzne mogące pobudzić MW do wybuchu oraz – w drugiej kolejności – wyeliminowaniu możliwości pojawienia się takich bodźców [2].

Na poniższym diagramie (rys. 1) schematycznie przedstawiono etapy życia MW. Stosując duże uproszczenie można powiedzieć, że MW jest produkowany, a następnie magazynowany i używany. Należy jednak zwrócić uwagę na fakt, że magazynowanie dotyczy co najmniej dwóch miejsc (magazyn producenta oraz magazyn użytkownika), a każdy etap – poza produkcją – poprzedzony jest transportem.



Rys. 1. Uproszczony schemat cyklu życia MW

„Użycie”, będące ostatnią fazą życia MW, trwa – w stosunku do pozostałych etapów – dość krótko. Czas trwania pozostałych etapów życia MW, łącznie – a nawet pojedynczo – jest zdecydowanie dłuższy. Na ogół jednak, użytkownicy MW koncentrują się właśnie na tym ostatnim etapie i ewentualnych bodźcach, które mogą wtedy wystąpić, natomiast pozostałe etapy, mimo że trwają znacznie dłużej, nie są – pod kątem zapewnienia właściwych warunków MW – rozpatrywane szczegółowo.

Temperatura, w jakiej znajduje się MW podczas składowania, transportu i używania, jest bodźcem na który producent i użytkownik MW mają tylko ograniczony wpływ. Dopóki wszystkie elementy pozwalające utrzymać ją w żądanym zakresie działają poprawnie, MW powinien zachowywać swoje właściwości przez cały okres przydatności do użycia [3].

Sytuacje awaryjne, choć zdarzają się niezwykle rzadko, nie mogą być całkowicie wykluczone, a temperatura MW przekraczając wartości przewidziane przez producenta, może negatywnie wpłynąć na proces detonacji podczas prac strzałowych. Biorąc pod uwagę cały wachlarz możliwych do zaistnienia sytuacji, podczas magazynowania i transportu MW, w wyniku których może zostać on poddany działaniu podwyższonej temperatury, konieczne jest poznanie jej wpływu na właściwości MW – szczególnie na prędkość detonacji, jako parametru determinującego między innymi efektywność urabiania górotworu.

2. Część eksperymentalna

Do określenia wpływu podwyższonej temperatury na parametry bezpieczeństwa i użytkowe MWE wybrano dwa materiały wybuchowe emulsyjne nabożowane, uczulane mikrosferami, o tej samej górnej temperaturze stosowania (50 °C). Zbadano następujące parametry użytkowe i bezpieczeństwa MW: wrażliwość na tarcie, wrażliwość na uderzenie, zdolność do detonacji oraz prędkość detonacji. W celu określenia zmian powyższych parametrów, próbki MW sezonowano w temperaturze 60 °C przez okres 1 h, 4 h i 20 h. Otrzymane wyniki porównano z danymi uzyskanymi podczas badania próbek magazynowanych w składzie MW w normalnych warunkach (temperatura 20 °C).

Wrażliwość na tarcie zbadano umieszczając niewielką ilość MW (10 mm³) na porcelanowej płytce dociskanej porcelanowym stemplem pod określonym obciążeniem. Zmieniając masę ciężarka dociskającego stempel oraz ramię, na którym jest on zawieszony, uzyskano różne – żądane – siły docisku trących o siebie powierzchni [4]. Wyniki badań przedstawiono w tabeli 1.

Tab. 1. Wrażliwości MWE na tarcie

Materiał wybuchowy	Czas kondycjonowania [h]	Wrażliwość na tarcie [N] po kondycjonowaniu w temperaturze	
		20 °C	60 °C
MWE 1	1	> 360	> 360
	4		
	20		
MWE 2	1	> 360	> 360
	4		
	20		

Wrażliwość na uderzenie zbadano umieszczając niewielką (40 mm³) ilość MW na kowadłku. Zmieniając masę ciężarka spadającego na próbkę materiału wybuchowego oraz wysokość, z jakiej spada ciężarek uzyskano różne – żądane – energie uderzenia [5]. Wyniki badań ilustruje tabela 2.

Tab. 2. Wrażliwości MWE na uderzenie

Materiał wybuchowy	Czas kondycjonowania [h]	Wrażliwość na uderzenie [J] po kondycjonowaniu w temperaturze	
		20 °C	60 °C
MWE 1	1	> 50	> 50
	4		> 50
	20		47
MWE 2	1	> 50	> 50
	4		> 50
	20		47

Zdolność do detonacji zbadano inicjując MWE środkiem inicjującymi określonym w Świadectwie (Certyfikacie) badania typu WE danego MWE. Wyniki badań zestawiono w tabeli 3.

Tab. 3. Zdolność MWE do detonacji

Materiał wybuchowy	Czas kondycjonowania [h]	Zdolność do detonacji po kondycjonowaniu w temperaturze	
		20 °C	60 °C
MWE 1	1	3/3	3/3
	4		
	20		
MWE 2	1	3/3	3/3
	4		
	20		

Prędkość detonacji oznaczono umieszczając w próbce MW czujniki rejestrujące przejście fali detonacyjnej. Dokonując pomiaru różnicy czasu przejścia fali przez czujniki znajdujące się w znanej odległości otrzymano prędkość detonacji MW. Wyniki badań przedstawione w tabeli 4 każdorazowo stanowią średnią z trzech pomiarów.

Tab. 4. Prędkość detonacji MWE

Materiał wybuchowy	Czas kondycjonowania [h]	Prędkość detonacji [m/s] po kondycjonowaniu w temperaturze	
		20 °C	60 °C
MWE 1	1	3990	4020
	4		4270
	20		4250
MWE 2	1	4280	4320
	4		4540
	20		4670

3. Podsumowanie

Uzyskane wyniki przeprowadzonych badań pozwalają na wysunięcie ogólnego wniosku o niewielkim pogorszeniu się bezpieczeństwa użytkownika MWE (wzrost wrażliwości na uderzenie) wskutek oddziaływania wysokiej temperatury, przy jednoczesnym wzroście prędkości detonacji MWE, co można uznać za polepszenie tego parametru.

Maksymalna temperatura użytkownika materiałów wybuchowych powszechnie stosowanych w polskim górnictwie wynosi 50 °C. Brak jest MW, które można by stosować w górotworze o wyższej temperaturze. Wyniki badań oraz perspektywa eksploatacji złóż na głębokość poniżej 1000 m – gdzie górotwór osiąga temperaturę 50 °C i więcej – wskazuje na konieczność udoskonalenia obecnie produkowanych MWE lub opracowania nowego MW (MWE?), który będzie można zastosować przy udostępnianiu i eksploatacji górotworów o temperaturze powyżej 50 °C.

Literatura

- [1] Smoleński Dionizy. 1954. *Teoria materiałów wybuchowych*. Warszawa : PWN.
- [2] Maranda Andrzej. 2004. „Metody badań wrażliwości materiałów wybuchowych na bodźce zewnętrzne w aspekcie przepisów ADR oraz norm polskich i europejskich”. *Górnictwo i Geoinżynieria* 28 (3/1) : 349-360.
- [3] Cudziło Stanisław, Maranda Andrzej, Nowaczewski Jerzy, Trębiński Radosław, Trzciński A. Waldemar. 2000. *Wojskowe materiały wybuchowe*. Seria: Metalurgia Nr 13, Częstochowa : Wyd. Wydziału Metalurgii i Inżynierii Materiałowej Politechniki Częstochowskiej , ISBN 83-87745-50-2.
- [4] Polska Norma PN-EN 13631-3:2006P Materiały wybuchowe do użytku cywilnego – Materiały wybuchowe kruszące – Część 3: Oznaczanie wrażliwości materiałów wybuchowych na tarcie.
- [5] Polska Norma PN-EN 13631-4:2004P Materiały wybuchowe do użytku cywilnego – Materiały wybuchowe kruszące – Część 4: Oznaczanie wrażliwości na uderzenie.