

Nowy sposób opisu składu materiałów wybuchowych A new method of description of composition of explosives

Tomasz Sałaciński

Instytut Przemysłu Organicznego, ul. Annopol 6, 03-236 Warszawa, PL

E-mail: mat.wys@ipo.waw.pl

Streszczenie: Praca prezentuje nowe podejście do wstępnego etapu analizy zależności pomiędzy składem chemicznym materiałów wybuchowych (MW), a ich właściwościami. Dokonano, formalnie oczywistego, ale - ze względu na brak podobnego podejścia innych autorów - nowatorskiego podziału wszystkich możliwych typów składników MW na 11 grup „Sx” o ogólnym wzorze „Sx.y”, gdzie „x” oznacza numer grupy ($x = I, II, III, \dots, XI$), a „y” umożliwia opcjonalny podział na podgrupy w danej grupie „Sx”. W prezentowanej wersji opisu wyróżniono kilka podgrup, w których „y” = „a”. Zapropionowany podział zilustrowano przykładami literaturowymi składów MW z uwzględnieniem podziału na grupy „Sx.y”.

Abstract: This paper presents a new approach to the first stage of analysis of relationships between chemical composition of explosives (Ex) and its properties. It has been done, formally obvious, but – because of lack of similar approach of another authors – newly division of all possible types of components of Ex into 11th main groups “Sx” with general formula “Sx.y”, where “x” describes a number of the group ($x = I, II, III, \dots, XI$) and “y” enables optionally division into subgroups within the frame of a given group “Sx”. In the present version of the description method a few subgroups where “y” = “a” has been pointed out.

Proposed division has been illustrated with examples of compositions of Ex in respect to the groups “Sx.y”.

Słowa kluczowe: materiały wybuchowe, skład chemiczny

Keywords: explosives, chemical composition

1. Wprowadzenie

Współcześnie stosowane materiały wybuchowe (MW) zasadniczo różnią się pod względem swoich składów chemicznych i właściwości użytkowych od MW wycofanych już z użycia. O ile o tej drugiej grupie MW posiadamy informacje zweryfikowane wieloletnim doświadczeniem, o tyle nowe składy mogą okazać się nie tak atrakcyjne jak sądzono podczas ich opracowywania w warunkach laboratoryjnych. Ważna jest zatem możliwość weryfikacji, czy nowo opracowany skład spełni stawiane przed nim wymagania. Użyteczne w tym przypadku są metody predykcji pozwalające na wnioskowanie o wpływie poszczególnych składników na właściwości wieloskładnikowych MW. Pierwszym etapem tego typu działań są analizy składu chemicznego. Niniejsza praca służy wskazaniu drogi umożliwiającej łatwe znajdowanie prawidłowości i podobieństw w składach nawet już dawno opracowanych MW.

2. Zasady klasyfikacji składników materiałów wybuchowych

Analiza danych literaturowych pozwala stwierdzić, że dane o składach MW są różnie podawane przez różnych autorów, często unikających podawania informacji znanych z innych źródeł. Powoduje to, że porównywanie właściwości nawet tego samego MW (o tej samej nazwie handlowej), ale opisanych przez różnych badaczy nie daje pewności, czy w rzeczywistości mamy do czynienia z tym samym składem chemicznym. W grę mogą wchodzić np. zmiany technologiczne, inni dostawcy surowców, itp.

Poszukując wspólnego mianownika zaproponowano w niniejszej pracy podział wszystkich możliwych typów składników MW na grupy, łączące składniki o podobnych właściwościach chemicznych. Uznano, że w ten sposób można zniwelować pewne różnice w zakresie posiadanych danych i łatwiej zbudować bazę danych o składach MW i ich właściwościach. Podstawą proponowanej w niniejszej pracy klasyfikacji składników MW są następujące kryteria:

- SI** – Sole nieorganiczne tlenowe (np. azotany(V), chlorany(VII)).
- SII** – Sole nieorganiczne beztlenowe, niewybuchowe.
- SIII** – Składniki nieorganiczne niewybuchowe, inne niż zaliczone do grup **SI** i **SII**, (np. siarczany(VI), fosforany(V), chromiany(VI), węglany(IV), szczawiany, tlenki metali oraz mikrosfery).
- SIII.a** – Woda.
- SIV** – Sole organiczne metali, niewybuchowe (np. stearyniany wapnia, cynku).
- SV** – Składniki elementarne – pierwiastki (przede wszystkim glin w postaci pyłu aluminiowego oraz węgiel w postaci sadzy lub grafitu).
- SVI** – Składniki zawierające grupy eksplozoforowe (związki C-NO₂ i C-O-NO₂).
- SVI.a** – Składniki zawierające grupy eksplozoforowe, niezdefiniowane tzn. opisane w pracy źródłowej w sposób umożliwiający przypisanie im grup eksplozoforowych (np. „nitrozwiązki organiczne”, „nitroestry”).
- SVII** – Składniki organiczne niewybuchowe – praktycznie węglowodory inne niż zaliczone do grupy **SIX** (np. oleje, parafiny, woski, gacze).
- SVIII** – Składniki organiczne niewybuchowe – pochodzenia naturalnego, inne niż zaliczone do grupy **SVII** (np. węgiel drzewny, mączka guarowa, mączka drzewna, pochodne celulozy).
- SIX** – Składniki wielkocząsteczkowe organiczne, niewybuchowe – (polimery syntetyczne, tworzywa sztuczne, w tym węglowodorowe, np. polistyren).
- SX** – Składniki małowcząsteczkowe organiczne, niewybuchowe – zdefiniowane i nie zawierające grup eksplozoforowych – inne niż zaliczone do grup **SIV**, **SVII** oraz **SVIII**.
- SXI** – Składniki niezdefiniowane nie zawierające grup eksplozoforowych (przede wszystkim opisane w źródle jako „inne”, ale także „barwnik”, „emulgator”).

Przyjęto nielimitowaną liczbę podgrup, tzn. „y” = a, b, c, d, ..., itd. Ich powstanie uzależniono od dwóch czynników. Pierwszym jest występowanie w danej grupie związków chemicznych o podobnej naturze chemicznej, ale o istotnie różnych właściwościach. Dla przykładu, w grupie obejmującej tlenki (SIII) wyróżniono podgrupę „woda” tj. podgrupę SIII.a, ale w dalszym etapie możliwe jest rozdzielenie stałych tlenków np. na podgrupy „amfoteryczne”, SIII.b, „kwasowe”, SIII.c, oraz „zasadowe”, SIII.d. Drugim czynnikiem jest wydzielenie z grupy zawierającej „niezidentyfikowane” składniki MW, tj. SXI, takich wobec których można spodziewać się określonych właściwości. Na tej podstawie w grupie obejmującej de facto „jednoskładnikowe MW”, SVI, wyróżniono podgrupę „niezidentyfikowane MW”, SVI.a.

3. Przykłady składów chemicznych wybranych materiałów wybuchowych

Przedstawioną metodykę zastosowano do kilkuset składów MW. Prezentowanie wszystkich wyników w formie artykuły wydaje się być niecelowe, dlatego dokonano selekcji pod kątem wykazania różnicowania składów, jak i różnicowania dokładności informacji, w zależności od źródła (tabela 1 – żelatyna wybuchowa; tabela 3 - Amonit 45H oraz tabela 6 - Polar Ajax). W tabelach 1 ÷ 7 zaprezentowano przykłady zastosowania zaproponowanego podziału składników MW na grupy.

Tab. 1.

Grupa	Nazwa:	Żelatyna wybuchowa G-96	Żelatyna wybuchowa G-93	Żelatyna wybuchowa		Żelatyna wybuchowa A
	Źródło:	[1]	[1]	[2]	[3]	[4]
	Składniki	Zawartość [%]				
SVI.	Nitrogliceryna	-	-	-	93 ± 1	92
	Nitrogliceryna + nitroglikol	96 a)	93 a)	91,4	-	-
	Nitroceluloza	4	6	8	7 ± 1	8
	Centralit I	1,0	1,0	-	-	-
SXI.	Inne	-	-	0,6 b)	-	-

a) stosunek nitrogliceryny do nitroglikolu wynosi 22:78; b) zwykle zawiera małe ilości kredy

Tab. 2.

Grupa	Nazwa:	Granulit AS-4	Granulit AS-8	Dwunaftalit nr 2	Dahmenit	Westfalit
	Źródło:	[4]	[4]	[5]	[3]	[3]
	Składniki	Zawartość [%]				
SI.	Azotan(V) amonu	91,8	91,8	91,5	91,3	91
SIII.	Chromian(VI) potasu	-	-	-	2,2	-
SV.	Aluminium	4	4	-	-	-
SVI.	Dinitronaftalen	-	-	8,5	-	-
SVII.	Olej maszynowy	4,2	4,2	-	-	-
	Naftalen	-	-	-	6,5	-
SIX.	Żywica	-	-	-	-	5

Tab. 3.

Grupa	Nazwa:	Karbonit węglowy 13M	Amonit 45H		Amonit 2	Amonit skalny 2
	Źródło:	[6]	[7]	[6]	[1]	[8]
	Składniki	Zawartość [%]				
SI.	Azotan(V) amonu	84,9	84,8	84,8	84,5	84,5
SII.	Chlorek sodu	8	-	-	-	-
SIII.	Tlenek żelaza	-	-	-	0,2	0,2
	Siarczan glinu	0,1	-	-	-	-
SIII.a	Woda	-	-	-	0,3 a)	0,3 a)
SVI.	Dinitrotoluen	-	-	-	2	2
	Nitroglikol	-	-	7,75	-	-
	TNT	-	-	-	11,8	11,8
SVI.a	Nitro estry/nitrozwiązki	-	7,75	-	-	-
SVII.	Gacz barisolowy	2	-	2,9	-	-
SVIII.	Mączka drzewna	5	-	4,2	1,5	1,5
SXI.	Inne	-	7,45	0,25	-	-

a) jako „zanieczyszczenie”

Tab. 4.

Grupa	Nazwa:	Karbonit węglowy 4	Karbonit węglowy D-4	Karbonit węglowy D4	Karbonit węglowy D49	Karbonit D7G
	Źródło:	[1]	[9]	[8]	[8]	[10]
	Składniki	Zawartość [%]				
SI.	Azotan(V) amonu	75	75,0	75	75	74,98
	Azotan(V) sodu	-	-	-	-	-
SII.	Chlorek sodu	10,5	10,5	10,5	10,5	10
SIII.a	Woda	0,3 a)	-	-	-	-
SVI.	Dinitrotoluen	1,5	1,5	1,5	1,5	6,0
	Nitrogliceryna	4	2,0	4	3	3,0
	Nitroglikol	-	2,0	-	1	2,0
	TNT	5,5	5,5	5,5	5,5	-
SVIII.	Mączka drzewna	3,5	3,5	3,5	3,5	-
	Mączka guarowa	-	-	-	-	4,0
SXI.	Barwnik	-	-	-	-	0,02

a) jako „zanieczyszczenie”

Tab. 5.

Grupa	Nazwa:	Dynamit skalny 2GI	Karbonit węglowy 3	Karbonit węglowy D3	Dynamit skalny G-60	Balkanit
	Źródło:	[8]	[1]	[8]	[1]	[11]
	Składniki	Zawartość [%]				
Grupa SI. - RAZEM:						68
SI.	Azotan(V) amonu	68,5	68,5	68,5	68,2	62
	Azotan(V) potasu	-	-	-	-	6
SII.	Chlorek sodu	-	15	15	-	20
SIII.	Tlenek żelaza	0,1	-	-	0,1	-
SIII.a	Woda	-	0,3 a)	-	-	-
SVI.	Dinitrotoluen	2	2,5	2,5	2,0	-
	Nitroceluloza	1	-	-	1,0 b)	-
	Nitrogliceryna	17,1	-	4	17,2 c)	-
	Nitroglikol	4,9	-	-	4,8 c)	-
	TNT	5	6,5	6,5	5,0	10
SVIII.	Mączka drzewna	1	3,5	3,5	-	-
	Węgiel drzewny	-	-	-	-	0,75
	Wióry drzewne	-	-	-	-	1,25
SX.	Centralit I	-	-	-	0,3	-
	Gliceryna	0,4	-	-	0,4	-

a) jako „zanieczyszczenie”; b) bawełna kolodionowa; c) z przeliczenia nitrogliceryna : nitroglikol w stosunku 78:22

Tab. 6.

Grupa	Nazwa:	Polar Ajax		Metanit powietrzny specjalny B	Barbaryt powietrzny L
	Źródło:	[2]	[11]	[1, 8]	[12]
	Składniki	Zawartość [%]			
	Grupa SI. - RAZEM:				42,00
SI.	Azotan(V) amonu	42,7	42,7	42,5	36,00
	Azotan(V) sodu	-	-	-	6,00
SII.	Chlorek sodu	24,6	24,6	45	28,00
	Chlorek amonu	-	-	-	4,00
SIII.	Siarczan baru	-	-	-	0,60
SIII.a	Woda	-	-	0,3	0,75
SVI.	Dinitrotoluen	-	-	-	2,50
	Nitroceluloza	0,8	0,8	-	0,40
	Nitroglikol	-	-	-	10,50
	Nitrogliceryna	26,5	26,5	6	10,50
	TNT	-	-	3,5	-
SVIII.	Mączka drzewna	-	-	3	-
SIX.	Polietylen	-	-	-	-
SX.	Gliceryna	-	-	-	0,75
SXI.	Inne	1,6	1,6	-	-
	Materiały zawierające węgiel	-	3,8	-	-
	Składniki palne	3,8	-	-	-

Tab. 7.

Grupa	Nazwa:	B 2214	B 2248	XF 13333	XP3264	BTM	Ednatol
	Źródło:	[13]	[13]	[14]	[15]	[16]	[16 - 18]
	Składniki	Zawartość [%]					
SIII.	Aluminium	-	-	-	14	20	-
SVI.	EDNA	-	-	-	-	-	55
	Heksogen	-	-	-	33	-	-
	NTO	72	46	48 ± 2	49	-	-
	Oktogen	12	42	-	-	-	-
	Tetryl	-	-	-	-	55	-
	TNT	-	-	31 ± 2	-	25	45
SIX.	Lepiszczce na bazie HTPB	16	12	-	-	-	-
SXI.	Wosk	-	-	13,5 ± 2	4	-	-

4. Posumowanie

Zaproponowany podział składników umożliwia usystematyzowanie analizy wpływu składu chemicznego różnego typu MW na ich właściwości, gdyż pozwala grupować różnego typu MW ze względu na zbliżonym, czy też „analogiczny” skład chemiczny.

Uszczegółowienie zasad przypisywania poszczególnych składników do wyżej zdefiniowanych grup oraz aktualizacja danych będą kontynuowane w dalszych pracach.

Literatura

- [1] Kalinkiewicz H., Partyka K., Ziółkowski F., *Materiały wybuchowe stosowane w cywilnej technice*. 1-18, Biuletyn Informacyjny „Materiały Wybuchowe i Pirotechniczne.” Nr 25, IPO, Warszawa 1960.
- [2] Fordham S., *High Explosives and Propellants. Second Edition*. 2nd Revised Edition. ISBN 0-08-023833-5, Pergamon Press Ltd. 1980.
- [3] Korzun M., *1000 słów o materiałach wybuchowych i wybuchu*. Wyd. MON, Wyd. I, Warszawa 1986.
- [4] *Recommendations on the Transport of Dangerous Goods. Manual of Tests and Criteria. Fifth revised edition*. ST/SG/AC.10/11/Rev.5, ONZ, Nowy Jork, Genewa, 2009.
- [5] Budnikow M., Lewkowicz N., Bystrow I., Sirotinski W., Szechtier B., *Materiały wybuchowe i elaboracja*. Tłum. z ros., Wyd. MON, W-wa 1955.
- [6] Majewski M., *Historia produkcji MW amonowo-saetryzanych dla górnictwa w ZTS „Pronit”*. Pionki 2011.
- [7] Badura E., Sobala J., Zawadzka-Małota I., Maranda A., *Wybrane problemy emisji szkodliwych gazów podczas detonacji górniczych materiałów wybuchowych*. 98-108, Conference Proceedings, International Conference „Blasting Techniques 2004”, ISBN 80-968748-2-9, Stará Lesná, Słowacja 2004.
- [8] T. Urbański, *Chemistry and technology of explosives*. vol. 3, ISBN 0-08-010401-0, Pergamon Press, 1985.
- [9] Załachowski W., Topolewicz E., *Nowa metoda oznaczania bezpieczeństwa materiałów wybuchowych górniczych powietrznych wobec metanu*. 1-32, Materiały wybuchowe biuletyn informacyjny IPO nr 4, 1973.
- [10] Książczak A., *Zastosowanie DSC do badania górniczych materiałów wybuchowych o małej zawartości nitroestrów*. 229-238, Prace Nauk. GIG, Seria Konferencje nr 28, Mat. Konf. „Bezpieczeństwo Robót Strzałowych w Górnictwie” (Ustroń 12-14.05.1999), ISSN 1230-2643, Katowice 1999.
- [11] Б.Н. Кукиб, Б.Д. Росси, *Высокопредохранительные взрывчатые вещества*. Wyd. „Нерда”, Moskwa 1980.
- [12] Norma polska BN-80/6091-42, *Górnictwa materiały wybuchowe. Obliczanie parametrów użytkowych*.
- [13] Maranda A., Cudziło S., Milewski E., *Wysokoenergetyczne materiały wybuchowe o niskiej wrażliwości*. 123-130, Problemy Techniki Uzbrojenia i Radiolokacji. XXIX, Zeszyt 72, Materiały IX Konferencji Naukowo-Technicznej „Problemy Rozwoju, Produkcji i Eksploatacji Techniki Uzbrojenia”, część I. ISSN 1230-3801, 2000.
- [14] Weckerle A., Coulouarn C., *A step further for the XF® explosive family dedicated to insensitive munitions (IM)*. <http://www.imemg.org/res/IMEMTS%202010>
- [15] Coulouarn C., Boulanger R., Bouchaud D., *XP®: A cost effective approach for medium calibre Insensitive Munitions (IM)*. IMEMTS 2010.
- [16] Meyer R., Köhler J., Homburg A., *Explosives. Fifth, Completely Revised Edition*. WILEY-VCH Verlag GmbH, ISBN 3-527-30267-0, Weinheim 2002.
- [17] P.W. Cooper, S.R. Kurowski, *Introduction to the Technology of Explosives*. ISBN 1-56081-926-X, VCH Publishers Inc. 1996.
- [18] *Encyclopedia of Explosives. A Compilation of Principal Explosives, Their Characteristics, Processes of Manufacture, and Uses*. Ordnance Technical Intelligence Agency. AD274026, USA 1960.