

**Roman Krzewiński
Ryszard Rekucki**

Roboty budowlane przy użyciu

materiałów wybuchowych

podręcznik

© Copyright by
Roman Krzewiński, Ryszard Rekucki
i Oficyna Wydawnicza POLCEN, Warszawa 2020

Autorzy

Roman Krzewiński (rozdz. 1, 2, 3, 6, 9)
Ryszard Rekucki (rozdz. 4, 5, 7, 8)

Redaktor

Ryszard Sobolewski

Korekta

Agata Gałka (rozdz. 1, 2, 3, 7, 8, 9)
Danuta Merska (rozdz. 4, 5, 6)

Projekt okładki

skład i łamanie

Mariusz Kasior

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE
ISBN 978-83-64795-54-1

Stan prawny: 1 stycznia 2005 r.

Wyd. 1. z 2005 r. – wznowienie

Wydawca

POLCEN Sp. z o.o.
ul. Nowogrodzka 31, 00-515 Warszawa
tel. (022) 622 16 61
e-mail: wydawnictwo@polcen.com.pl
www.polcen.com.pl (księgarnia internetowa)

Od wydawcy

Oficyna Wydawnicza POLCEN obserwując brak na rynku rzetelnego kompendium wiedzy z zakresu robót budowlanych wykonywanych metodą wybuchową, wydaje podręcznik pt. „*Roboty budowlane przy użyciu materiałów wybuchowych*”.

Autorami tego opracowania są doświadczeni specjaliści: płk rez. dr inż. Roman Krzewiński i mgr inż. Ryszard Rekucki, pracownicy naukowo-dydaktyczni Wojskowej Akademii Technicznej. Posiadają oni gruntowną wiedzę teoretyczną i praktyczną w projektowaniu i kierowaniu robotami strzałowymi.

W publikacji przedstawiono m. in.:

- **zjawisko wybuchu** i jego oddziaływanie w podstawowych ośrodkach
- **techniki inicjowania wybuchu** ładunków MW
- **zasady realizacji robót strzałowych** w budownictwie, ze szczególnym uwzględnieniem rozbiórek: **budynków, obiektów komunikacyjnych, wież i kominów**
- **zasady realizacji robót strzałowych w gruntach**
- **rodzaje zagrożeń** i sposoby ich ograniczenia.

Rozdział 8. zawiera **przykładowy projekt rozbiórki komina metodą wybuchową wraz ze szczegółową dokumentacją strzałową obejmującą m.in.: przedmiot, cel i zakres opracowania, inwentaryzację architektoniczno-budowlaną, opis technologii prac wyburzeniowych i strzałowych, strefy zagrożenia, sposoby likwidacji lub ograniczenia zagrożeń oraz wykaz niezbędnych powiadomień**. W rozdziale 9. przedstawiono **zbiór pytań i odpowiedzi** (w formie testu) z zakresu:

- właściwości i sposobów oddziaływania materiałów wybuchowych (MW)
- zasad i warunków stosowania MW w budownictwie
- wymagań bezpieczeństwa przy stosowaniu MW w budownictwie
- *rozporządzenia MI z dn. 03.07.2003 r. w sprawie rozbiórek obiektów budowlanych wykonywanych metodą wybuchową* (Dz. U. nr 120, poz. 1135).

Poza tym załączamy skorowidz podstawowych terminów i określeń, spis tabel i rysunków.

Podręcznik przeznaczony jest dla: **uczestników procesu budowlanego (inwestorów, inspektorów nadzoru, projektantów, kierowników budowy lub kierowników robót)** oraz **studentów uczelni technicznych i wojskowych, inżynierów i techników szeroko pojętego budownictwa, górników, a także tych, którzy ubiegają się o uzyskanie uprawnień w specjalności wyburzeniowej bez ograniczeń do projektowania i kierowania robotami budowlanymi związanymi z użyciem materiałów wybuchowych**.

Od autorów

Materiały wybuchowe (MW) są szczególnym źródłem energii, pozwalającym na wykonanie określonej pracy mechanicznej w warunkach, w których inne źródła lub napędzane przez nie urządzenia są znacznie mniej użyteczne. Podstawową zaletą, warunkującą przewagę MW nad innymi materiałami energetycznymi, jest bardzo krótki czas wyzwolenia energii wewnętrznej (czas trwania wybuchu). Czas ten mierzony w ułamkach milisekund (tysięcznych części sekundy) warunkuje bardzo dużą moc przemiany wybuchowej. Większą mocą dysponują tylko materiały wykorzystywane w reakcjach jądrowych (stosowanych do celów technicznych). Energia wewnętrzna zawarta w MW wykorzystywana jest w technice wojskowej oraz do: drążenia wyrobisk podziemnych i urabiania kopalni, budowy kanałów, melioracji i zagęszczania gruntów, tłoczenia i umacniania metali itp.

Istotnym kierunkiem wykorzystania MW jest również ich zastosowanie w budownictwie. Analogicznie do zastosowań w górnictwie – roboty budowlane wykonywane z wykorzystaniem MW nazywane są **robotami strzałowymi**. Podstawowymi dziedzinami budownictwa, w których stosuje się MW są prace rozbiórkowe obiektów budowlanych (lub ich elementów) oraz prace związane z urabianiem gruntów.

Postęp naukowo-techniczny powoduje ciągłe zmiany w gospodarce, których pochodną są procesy modernizacyjno-adaptacyjne. Procesy te obejmują również obiekty budowlane, w szczególności budynki. Ich efektem mogą być zarówno **prace rozbiórkowo-adaptacyjne** wewnątrz budynków, jak i rozbiórka całych obiektów.

Obecnie do prac rozbiórkowych stosowane są metody ręczne, a także mechaniczne z zastosowaniem specjalistycznego sprzętu wyburzeniowego oraz metody wybuchowe. Mogą być również stosowane, zwłaszcza w obiektach o dużej kubaturze, kombinacje wymienionych metod lub obiekt może zostać podzielony na części wyburzane różnymi sposobami. Wybór odpowiedniej metody (lub ich kombinacji) zależy będzie od wielu czynników, takich jak: rodzaj konstrukcji i stan techniczny obiektu, obecność innych obiektów w otoczeniu miejsca rozbiórki, rodzaj i położenie infrastruktury technicznej itp., wpływających na bezpieczeństwo prac, czas ich realizacji i efektywność ekonomiczną.

Każda z wymienionych metod zawiera elementy ryzyka mogącego zagrażać zdrowiu i życiu ludzi oraz stateczności pozostałej części budynku, a także innych obiektów budowlanych. Zagrożenia te muszą być zidentyfikowane w fazie projektowania rozbiórki. Projekt rozbiórki musi zawierać odpowiednie zabezpieczenia techniczne.

Metoda wybuchowa jest w większości przypadków konkurencyjna ekonomicznie, a zdecydowanie efektywniejsza w zastosowaniu do rozbiórki:

- obiektów o dużej sztywności przestrzennej,
- obiektów (elementów) żelbetowych o dużych gabarytach.

Jej istotną zaletą jest bardzo krótki czas realizacji wyburzenia (rozbiórki).

Drugą dziedziną budownictwa, w której metoda wybuchowa cechuje się bardzo dużą efektywnością, są **prace w ośrodkach gruntowych**. Do najważniejszych z nich należą: pozyskiwanie surowców skalnych, wykonywanie wykopów podczas realizacji dróg w terenie skalnym i w warunkach zimowych, kruszenie zamarznętej warstwy gruntu oraz drażnienie wyrobisk dla celów budownictwa podziemnego (budowa metra, tuneli, przejść podziemnych itp.).

Zastosowanie MW w budownictwie zostało uregulowane przepisami prawnymi na szczeblu państwowym. Od 1999 r. funkcjonuje *rozporządzenie w sprawie rozbiórek obiektów budowlanych metodą wybuchową*, a od 2002 r. wydawane są **uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi z użyciem MW**.

Poza uregulowaniami prawnymi dotyczącymi omawianej problematyki, do tej pory nie pojawiły się inne publikacje obejmujące podstawowy zakres wiedzy fachowej w zakresie robót strzałowych. Mamy nadzieję, że niniejszy podręcznik wypełni tę lukę.

ROZDZIAŁ 1.

Zjawisko wybuchu

1.1. Wiadomości ogólne

Materiały wybuchowe (MW) są to związki chemiczne albo mieszaniny, które pod wpływem bodźców (impulsów) zewnętrznych zdolne są do reakcji chemicznej postępującej samorzutnie, z wielką prędkością i wydzielaniem dużej ilości ciepła i gazów.

Wybuch jest to zjawisko gwałtownej przemiany fizycznej, jądrowej lub chemicznej materiału lub mieszaniny materiałów, połączonej ze zmianą stanu równowagi układu, wykonaniem pracy mechanicznej, efektem dźwiękowym i zazwyczaj świetlnym. Wybuchy można podzielić na fizyczne, jądrowe i chemiczne.

Źródłem **wybuchu fizycznego** mogą być energie: elektryczna, kinetyczna i cieplna. Przy tej formie wybuchu następuje gwałtowna zmiana stanu równowagi układu, polegająca na zamianie energii potencjalnej na kinetyczną, przebiegającą z wykonaniem pracy mechanicznej i efektem dźwiękowym. Przykładem takiego wybuchu jest wybuch kotła parowego lub butli ze sprężonym gazem.

Wysoka koncentracja energii w krótkim odcinku czasu może być wytworzona również przy elektrycznym rozładowaniu przez kanał przewodzący prąd między dwoma elektrodami. Taki **wybuch elektryczny** znalazł praktyczne zastosowanie przy kruszeniu skał oraz tłoczeniu i łączeniu metali.

Podczas wybuchów jądrowych wykorzystuje się energię powstałą w wyniku rozszczepienia ciężkich jąder atomowych (wybuch atomowy) lub w rezultacie syntezy jąder atomów lekkich (wybuch termojądrowy). Wskutek szybkiego rozszerzania się powietrza ogrzanego w strefie reakcji jądrowej do wysokiej temperatury powstają fale wybuchowe, rozchodzące się we wszystkich kierunkach. Ilość wydzielanego ciepła jest miliony razy większa niż w czasie wybuchu chemicznego.

Spadek dużego meteorytu może spowodować większy efekt wybuchowy niż wybuch bomby atomowej. Energia cieplna sprężonych gazów, cieczy lub ciał stałych może być źródłem pracy mechanicznej i przy szybkich przemianach w określonych warunkach może przebiegać wybuchowo. Wybuchy wulkaniczne można również zaliczyć do wybuchów cieplnych. Swoistym rodzajem wybuchów są tąpnięcia i trzęsienia ziemi, które powodują powstanie fal sejsmicznych.

wybuch

Wymienione postacie wybuchu mogą być rozpatrywane z tego samego punktu widzenia, ponieważ różnią się tylko rodzajem energii wybuchu, są natomiast podobne w najistotniejszych sprawach. Powstają one wtedy, gdy w ograniczonej części przestrzeni, w wyniku procesów fizycznych lub chemicznych, zachodzi nadzwyczaj szybkie wydzielenie, wyswobodzenie lub przekształcenie energii z wytworzeniem gazowych produktów lub par. Początkowe ciśnienie tych produktów staje się wyższe od otaczającego ciśnienia ośrodka i w rezultacie, w krótkim odcinku czasu powstaje obszar podwyższonego ciśnienia, który rozszerzając się i wyciskając otaczający ośrodek wprawia go w ruch.

Przedmiotem niniejszego opracowania jest wybuch chemicznych MW. Najstarszym MW jest **proch czarny** (dymny), który został wytworzony już w starożytnych Chinach. Do Europy dotarł w XIII wieku. W Polsce pierwszą wzmiankę o stosowaniu prochu znajduje się w Statucie Wiślickim, wydanym przez Kazimierza Wielkiego w 1347 r. Przez kilka następujących stuleci proch stosowano zarówno do miotania pocisków artyleryjskich, jak i do ich napełniania jako materiał kruszący.

Zastosowanie innych MW rozpoczyna się w pierwszej połowie XIX w., kiedy to poczyniono znaczną ilość odkryć w wielu dziedzinach nauki i techniki, wskutek czego gwałtownie rozwinął się przemysł, w tym również chemiczny. W 1799 r. E. Howard otrzymał **piorunian rtęci**, używany do budowy spłonek. W 1835 r. H. Braconnot podaje przepis na otrzymanie nitrocelulozy, która za kilka lat znajduje zastosowanie jako „bawełna strzelnicza”, gdyż pod względem siły wybuchu kilkakrotnie przewyższa proch czarny. W 1847 r. A. Sobrero otrzymuje **nitroglicerynę**, materiał wybuchowy, który – mimo bardzo dużej siły – nie znalazł zastosowania ze względu na dużą wrażliwość na bodźce mechaniczne. Do praktycznego zastosowania tego MW, głównie w górnictwie, dochodzi dopiero w 1867 r. dzięki odkryciu A. Nobla, który opatentował **dynamit okrzemkowy**, będący mieszaniną nitrogliceryny z flegmatyzatorem w postaci ziemi okrzemkowej.

Do celów wojskowych, jako materiały kruszące, w drugiej połowie XIX w. stosowano kwas pikrynowy (przedtem używany jako barwnik), a następnie wytworzony przez J. Wilbranda **trotyl**. W ostatnim dwudziestoleciu tego wieku wprowadzono również nowe materiały miotające, zwane prochami bezdymnymi (prochy pirokolodionowe, nitrocelulozowe i nitroglicerynowe), których zastosowanie w artylerii wielokrotnie zwiększyło zasięg pocisków.

Do celów gospodarczych (górnictwo podziemne, budowa dróg, kanałów itp.) stosowano wówczas dynamity i materiały konstruowane na bazie saletry amonowej. Ze względu na niski koszt produkcji, materiały amonowo-saetryzane były również szeroko stosowane w czasie I wojny światowej do produkcji amunicji, najczęściej w postaci tzw. **amatoli**, czyli mieszanin z trotylem.

W latach trzydziestych XX stulecia prowadzone były intensywne prace nad uzyskaniem silniejszych MW. Ich rezultatem było zbadanie i praktyczne zastosowanie pentrytu i heksogenu. W czasie II wojny światowej rozpoczęto praktyczne stosowanie plastycznych MW, których podstawowymi składnikami były m.in. pentryt i heksogen. Składnik uplastyczniający w tych materiałach spełnia równocześnie funkcję flegmatyzatora.

Po II wojnie światowej prowadzono intensywne prace badawcze nad materiałami miotającymi, szczególnie w aspekcie stosowania ich jako paliwa raketowe. W ostatnich