

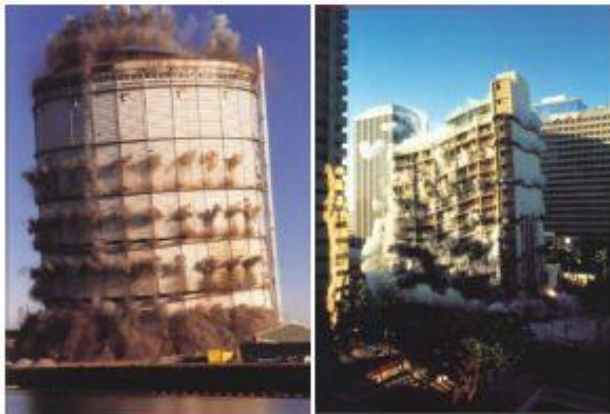
ANEKS

CONTROLLED DEMOLITION

Technologia określana jako *controlled demolition* – po polsku *kontrolowana rozbiórka* (ściśle - kontrolowane niszczenie) polega na zastosowaniu materiałów wybuchowych do podziału dużych konstrukcji na małe fragmenty w sposób zapewniający określoną kolejność podziału, wielkość powstałych fragmentów i ich położenie. Nazwa ta kojarzona jest zwykle z rozbiórką wielkich konstrukcji budowlanych. Dotyczy to zwłaszcza wielkich i wysokich konstrukcji takich jak wieżowce lub kominy, które zlokalizowane są wewnątrz tkanki śródmiejskiej. Demontaż takich konstrukcji prowadzi się obecnie coraz częściej przez wyburzanie za pomocą systemu złożonego z wielu stosunkowo niewielkich ładunków wybuchowych odpalanych w określonej sekwencji tak, aby powstałe runowisko:

- 1) było zlokalizowane w z góry zaplanowanym miejscu,
- 2) wielkość powstałych szczątków była dostosowana do posiadanych środków transportu.

Specjalizujące się w takich robotach firmy zapewniają rozłożenie szczątków z dokładnością do metrów, a ponadto mogą spełnić inne warunki, np. aby wstrząs spowodowany upadkiem fragmentów konstrukcji nie przekraczał pewnej granicy. Osiąga się to przez założenie wielu ładunków w ściśle zaprojektowanych miejscach i obliczoną kolejność ich odpalenia (Rys. 36).



Rys. 36. Controlled demolition wielkiego zbiornika (na lewo) i wysokiego budynku (na prawo). Poszczególne ładunki odpalane są w ściśle zaprojektowanej sekwencji czasowej [24].

Firm oferujących usługi *controlled demolition* jest na świecie bardzo wiele (również w Polsce). Najbardziej znana jest amerykańska firma Controlled Demolition Inc. założona w 1947 r. w Phoenix [24]. Niewątpliwie do tej firmy należą rekordy światowe, np. kontrolowane zniszczenie największego obiektu – hali sportowej Kingdom w Seattle. Do zniszczenia betonowej konstrukcji o wadze 125 tys. ton wykorzystano 5905 ładunków wybuchowych połączonych *detonation cords* czyli sznurami lub przewodami detonacyjnymi o łącznej długości 21,6 mili [25].

Technologia *controlled demolition* stosowana jest nie tylko do obiektów budowlanych, lecz również do usuwania instalacji przemysłowych, przeszkód terenowych, w górnictwie i innych gałęziach przemysłu, a także w leśnictwie. Warto zwrócić uwagę na fakt, że jeszcze w 1989 r. został w Polsce zgłoszony patent na rozbiórkę według tej technologii statków („Sposób i wydłużony ładunek

kumulacyjny do cięcia obiektów, zwłaszcza jednostki pływającej”) [26].

Kluczem do zaprojektowania kontrolowanej rozbiórki jest dobranie wielkości poszczególnych ładunków wybuchowych (to od czasu wynalezienia prochu nie stanowi żadnego problemu) oraz zastosowanie ściśle zaprojektowanej sekwencji czasowej poszczególnych eksplozji. Osiąga się to dzięki przewodom detonacyjnym - *detonating cords*, które stanowią nowoczesny odpowiednik lontu i służą do połączenia ładunków wybuchowych i detonatorów.

Detonating cords zostały stworzone po raz pierwszy we Francji w roku 1907 [27], lecz obecnie produkowane są przez setki najróżniejszych firm na całym świecie – na hasło „*detonating cord manufacturers*” wyszukiwarka internetowa zwraca 98 tys. stron. Zewnętrznie *detonating cord* wygląda jak cienki kolorowy sznurek lub przewód elektryczny - Rys. 37. W rzeczywistości jest to cienka rurka wypełniona pentrytem. Po zainicjowaniu wybuchu *detonating cord* przenosi falę uderzeniową wzdłuż swej długości z prędkością 7000 m/s. Instalacja z takich przewodów może być użyta do prawie równoczesnego odpalenia nawet tysięcy ładunków rozmieszczonych w różnych miejscach. Zróżnicowanie czasowe wybuchów uzyskuje się przez włączenie w instalację odcinków opóźniających, tzw. *time fuse*. Pozwalają one na regulowanie czasu poszczególnych wybuchów z dokładnością do 1 ms.

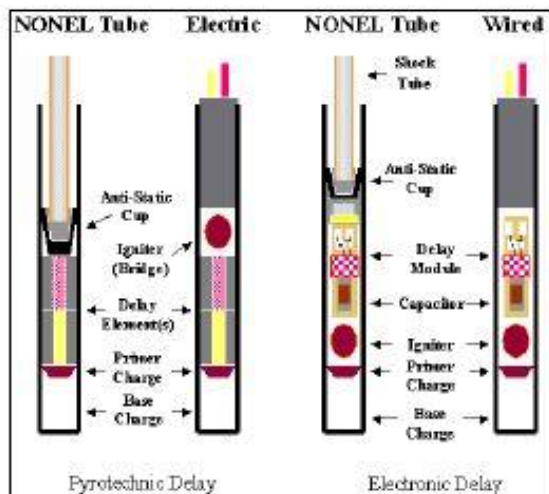


Rys. 37. Przewody detonacyjne firmy Pyromark [28].

Detonation cords służą do zbudowania instalacji eksplozyjnej. Inicjacja zadziałania takiej instalacji wymaga detonatora. Obecnie w sprzedaży są bardzo różne detonatory (Rys. 38), a inicjacja ich działania może być wywołana mechanicznie lub elektrycznie lub też na innej zasadzie, np. przez działanie substancji chemicznych. W ostatnich latach dominuje jednak inicjacja za pomocą chipów elektronicznych, które mają wiele zalet - pewność działania, znikome rozmiary, niewielki koszt i możliwość inicjacji zdalnej, np. z telefonu komórkowego.

Przewody detonacyjne mogą być wykorzystane bezpośrednio do precyzyjnego cięcia - usuwania kabli, rur, przewodów i innych urządzeń użytkowych. W tym przypadku zastosowanie polega na pojedynczym lub wielokrotnym owinięciu przewodem danego elementu. *Detonation cords* mogą być w ten sposób stosowane do cięcia lub usuwania drzew, choć do tego celu bardziej ekonomiczne jest wykorzystanie luzem materiału wybuchowego. Przewody detonacyjne produkowane są o różnej gramaturze (np. 5, 10, 12, 15, 20, 40, 70 g/m [29]) i mogą też być bezpośrednio wykorzystywane w taki sam sposób jak paski detonacyjne. Wykorzystywane są przez nurdów do usuwania w portach starych pali i innych

podwodnych przeszkód oraz bezpośrednio przy rozbiórce budynku do cięcia cienkich płyt betonowych. Układa się je wówczas w kanałach wywierconych równoległe do powierzchni. Przy grubszych przekrojach konieczne jest zastosowanie ładunków wybuchowych.



Rys. 38. Konstrukcja różnych detonatorów – o działaniu nieelektrycznym (NONEL) i elektrycznym (Electric) [27]

Same ładunki wybuchowe umieszczane w instalacji wybuchowej mogą być wykonane z różnych materiałów. Stosowane są ładunki z nitrogliceryny, trotylu, pentrytu i innych materiałów. Uznaniem mają ładunki, które dają się kształtować tak jak stosowany w czasie II Wojny Światowej plastik, który miał konsystencję plasteliny. Również nitrogliceryna może być łatwo kształtowana przez wymieszanie jej z gliną, co zabezpiecza przed przedwczesnym wybuchem i umożliwia nadanie ładunkowi dowolnego kształtu [28]. Ładunki punktowe najczęściej mają postać niewielkich walców, które powinny być instalowane w przygotowanych otworach o dostosowanej średnicy. Do cięcia stosuje się jednak ładunki liniowe w postaci pasków detonacyjnych (Rys. 33, Rys. 34, Rys. 39), a dla dezintegracji całego wybranego obszaru można zastosować arkusze detonacyjne - Rys. 40.



Rys. 39. Wycinanie otworu w ścianie za pomocą pasków detonacyjnych [30].

Instalacje wybuchowe stosowane są powszechnie nie tylko przy wyburzaniu i rozbiórce wielkich obiektów, lecz również przy wycinie drzew, w górnictwie, przy budowie

tuneli, w kamieniołomach i oczywiście w celach militarnych. Instalacje takie mogą być przygotowane wiele dni przed ich użyciem i dopóki nie zostanie uruchomiony detonator bez szwanku mogą znosić nawet silne wstrząsy.



Rys. 40. Arkusze detonacyjne. Producent może dostarczyć arkusze o różnej sile wybuchu i z materiałem wybuchowym w postaci PETN lub RDX [30].

Poszczególni producenci skupiają się zwykle na wybranych produktach, lecz są również tacy, którzy produkują wszystkie komponenty dla instalacji wybuchowych. Wśród takich producentów wyróżnia się Nowosybirski Zakład Mechaniczny ISKRA [31], który powstał jeszcze w roku 1942, a który specjalizuje się w produkcji komponentów i instalacji detonacyjnych. Jakość jego produktów w niczym nie ustępuje najnowszej produkcji na Zachodzie. Zakład współpracujący z Rosyjską Akademią Nauk zaspokaja potrzeby Federacji Rosyjskiej w 80 %, a jego systemy detonacyjne stosowane są powszechnie w górnictwie, geologii, metalurgii i innych dziedzinach. ISKRA specjalizuje się w produkcji nowoczesnych wyrobów do detonacyjnego cięcia, a jednym z jej najnowszych produktów jest elektroniczny detonator (Rys. 41). Zakład produkuje miesięcznie ponad 2 miliony systemów nieelektrycznego zapłonu i około miliona przewodów detonacyjnych dziennie.



Rys. 41. Strona internetowa zakładu ISKRA [31]. Podpis pod zdjęciem: Nasza produkcja – detonation cords, kapsułkowe i przewodowe detonatory, systemy nie elektrycznego zapłonu.

W dniu 12 kwietnia 2012 roku prezydent Federacji Rosyjskiej Miedwiediew wydał rozporządzenie o następującej treści [31]:

За большой вклад в разработку и выпуск высокотехнологичной продукции, укрепление обороноспособности страны объявить благодарность коллективу открытого акционерного общества "Новосибирский механический завод "Искра".