

METODY REALIZACJI ROBÓT ROZBIÓRKOWYCH

dr inż. Anna Rawska-Skotniczny
ATH Bielsko-Biała, Wydział Inżynierii
Materiałów, Budownictwa i Środowiska
mgr inż. Marek Nalepka
Politechnika Opolska, Wydział Budownictwa
i Architektury

W artykule omówiono podstawowe metody prowadzenia prac rozbiórkowych obiektów budowlanych. Podano ogólne zasady dotyczące poszczególnych metod. W rzeczywistych sytuacjach nie stosuje się zwykle jednej metody, lecz używa się ich zamiennie, w zależności od potrzeb i możliwości rozbiórki.

Pojęcie „rozbiórka” wywodzi się z czasów, gdy domy rozbierało się element po elementem metodami ręcznymi. Współcześnie, po upowszechnieniu się cementu i stali, metoda taka jest mało efektywna i stosuje się ją tylko tam, gdzie warunki tego wymagają. Budynki niszczy się teraz bardziej efektywnymi metodami, z użyciem ciężkiego sprzętu: za pomocą kruszenia, rozcinania, obalania i wysadzania. Te uprzemysłowione metody nazywa się powszechnie wyburzaniem, choć w rozumieniu Prawa budowlanego [6] też są rozbiórką. Metody prowadzenia prac rozbiórkowych wraz z ich cechami charakterystycznymi, zastosowaniem i generowanymi zanieczyszczeniami zestawiono w tablicy 1. Część rozbiórek, np. wyburzenie kulą lub taranem, jest coraz rzadziej stosowana ze względu na postęp technologiczny. Mniej rozpowszechnione są także, z różnych powodów, takie technologie jak kruszenie chemiczne czy cięcie lancami termicznymi lub wodą.

Ręczne metody rozbiórki elementów

Ręczne rozbiórki obiektów wykonuje się w przypadkach, gdy roboty te nie mogą być prowadzone przy użyciu ciężkiego sprzętu budowlanego. Dotyczy to sytuacji, gdy:

- prace mają być prowadzone w bliskim sąsiedztwie obiektów narażonych na uszkodzenie – w szczególności obiektów zabytkowych, z dużymi przeszkleniami lub w złym stanie technicznym,
- bliskie sąsiedztwo obiektów będących w użytkowaniu nie pozwala na wprowadzenie ciężkiego sprzętu budowlanego z uwagi na wstrząsy, wibracje oraz hałas, które są uciążliwe dla ludzi,
- konstrukcja w całości lub części przeznaczona będzie do dalszego użytkowania.

Rozbiórka ręczna często również poprzedza kolejne etapy wyburzania metodą mechaniczną lub strzałową – w ten sposób wykonuje się demontaż elementów wyposażenia, np. okien, drzwi, instalacji, elementów wykończenia, itp.

Podczas rozbiórki ręcznej na konstrukcji rozbieranej pracują ludzie, dlatego nie wolno dopuścić do przeciążenia jakiegokolwiek elementu. Zwykle wykonuje się ją w kolejności odwrotnej do budowy, a więc najpierw rozbiera się dach, a następnie kolejne kondygnacje aż do fundamentów. Na rozbieraną konstrukcję nie wolno zrzucić ani przewracać mas rozbieranych elementów, należy regularnie usuwać materiały z rozbiórki – nagromadzenie gruzu na stropie czy parcie sterty gruzu na podnoże ściany może doprowadzić do niekontrolowane-

go zaważenia się obiektu. Rozbiórkę należy wykonywać tak, aby stopniowo odciążać elementy nośne konstrukcji, bez naruszenia stateczności elementów przyległych. Nierozebrałe elementy należy zabezpieczać przed samoistnym przewróceniem się poprzez tymczasowe podparcie, dotyczy to szczególnie elementów, które są pozostawiane na końcu każdej dniówki. Jeżeli tylko część budynku jest rozebrana, należy każdorazowo upewnić się, że to, co pozostało, może stać bezpiecznie i nie ulegnie wywróceniu, np. wskutek podmuchów wiatru. Zasady te dotyczą również tymczasowych konstrukcji pomocniczych (rusztowań czy podnośników), ze względu na ryzyko przewrócenia.

Ręczne prace rozbiórkowe oraz kruszenie betonu wykonuje się m.in. przy użyciu:

- ręcznych młotów, łomów i kilofów (pneumatycznych, hydraulicznych),
- pił tarczowych i linowych,
- przewodów zsypanych (zsunnice pochyłe lub rynny zsypane), zabezpieczonych przed spadaniem lub wypadaniem gruzu,
- urządzeń dźwigowych eliminujących potrzebę ręcznego znoszenia materiału.

Metody mechaniczne

Jeśli rozbiórka ręczna jest zbyt uciążliwa i nieefektywna, to prace wykonuje się przez wy-



Rys. 1. Niekontrolowany sposób utraty stateczności ogólnej konstrukcji w trakcie rozbiórki wykonywanej metodą mechaniczną [7]

burzanie metodami mechanicznymi. Polega ono na tym, aby jak najszybciej i najbezpieczniej przenieść określoną masę konstrukcji z określonego usytuowania do poziomu niższego, ostatecznie na poziom gruntu, używając

Nad pracami rozbiórkowymi i demontażowymi należy zapewnić bezpośredni nadzór.

przy tym jak najmniej koniecznych środków. W tym celu wykorzystuje się umiejętnie grawitację, mając na uwadze nośność i stateczność konstrukcji (por. rys. 1). W odróżnieniu od rozbiórki ręcznej wyburzenie przygotowuje się tak, aby pracownicy nie znajdowali się na wyburzanej konstrukcji, a tylko zabezpieczali strefę niebezpieczną w rejonie wyburzenia.

W czasie wykonywania robót rozbiórkowych sposobami zmechanizowanymi wszystkie osoby i maszyny powinny znajdować się poza strefą niebezpieczną. Jeśli metoda rozbiórki przewiduje, że na rozbiieranych stropach konstrukcji będą pracować maszyny, to uprawniony projektant musi udowodnić obliczeniami, uwzględniając współczynniki dynamiczne oraz odpowiednio duży zapas bezpieczeństwa, że strop jest w stanie unieść ich ciężar, a także masę

Tablica 1. Zestawienie cech charakterystycznych metod wyburzeń wg [2]

Metoda	Cechy	Skuteczność burzenia	Zanieczyszczenia		
			Hałas	Drgania	Pyl
ręczne młoty pneumatyczne	wszechstronna, skuteczna przy ograniczonym stanowisku	✓	✗	✓	✗
maszyny udarowe	wszechstronna, duża mobilność	●	✗	✗	✗
krusarki hydrauliczne zwykłe i na długim wysięgniku	wszechstronna, duża mobilność, umożliwia oddzielanie prętów zbrojenia	●	✓	✗	✗
niszczenie uderzeniem stalowej kuli (taranem)	duża wydajność, nieskuteczna przy rozbiórce podziemnych konstrukcji i fundamentów	●	✓	✗	✗
użycie materiałów wybuchowych	doskonała moc wyburzania, skraca czas pracy i zmniejsza ilość pracowników, wymaga oceny ryzyka	●	✗	✗	✗
obalenie lub wylamanie konstrukcji przez duże maszyny	duża wydajność, mało skuteczna przy podziemnych konstrukcjach i fundamentach	●	✗	✗	✗
cięcie piłą tarczową lub łańcuchową	pozwala na precyzyjne rozdzielanie elementów, mało skuteczna przy fundamentach	✓	✓	●	✓
cięcie piłą drutową lub linową, wiercenie	pozwala na precyzyjne rozdzielanie elementów	✓	✓	●	✓
niewybuchowe materiały wyburzające (chemiczne rozsadzanie)	dobra do rozbiórki fundamentów	✗	✓	●	✓
łańcuch termiczny, cięcie strumieniem wody	nieefektywne przy fundamentach	✗	✓	●	✓

OBJAŚNIENIA:

skuteczność: ● bardzo duża, ✓ średnia i mała, ✗ żadna

zapylenie: ● małe, ✓ przeciętne, ✗ znaczne

drżenie: ● nieodczuwalne, ✓ małe lub średnie oddziaływanie, ✗ istotny wpływ

poziom hałas (w odległości 30m): ● ≤70 dB ✓ 71+79 dB ✗ ≥80 dB

składowanych materiałów (rys. 2b) – wtedy można uznać, że strop nie jest strefą niebezpieczną. Obciążenia, jakie należy w takich przypadkach uwzględnić, są zdefiniowane w Eurokodzie PN-EN 1991-1-6 [4, 5]. Taką metodą był rozbierany w 2007 r. wrocławski wieżowiec Poltegor. Ze względu na masywny żelbetonowy trzon o ścianach grubości do 45 cm, połączone z obetonowanym stalowym szkieletem naw bocznych, nie zdecydowano się na wyburzenie budynku metodą strzałową. Przed rozbiórką w budynku wybuchł kontrolowany pożar na XV piętrze i strażacy przeprowadzili największe ćwiczenia ratownicze w Polsce – „Manewry Poltegor 2007” (rys. 2a).



Rys. 2. Mechaniczna rozbiórka wieżowca POLTEGOR we Wrocławiu, a) ćwiczenia strażackie „POLTEGOR 2007” poprzedzające rozbiórkę [9], b) obciążenia wykonawcze Q_{cd} wywołane przez ruchome ciężkie maszyny oraz Q_{ce} wywołane przez skupienie zużytych materiałów [10]

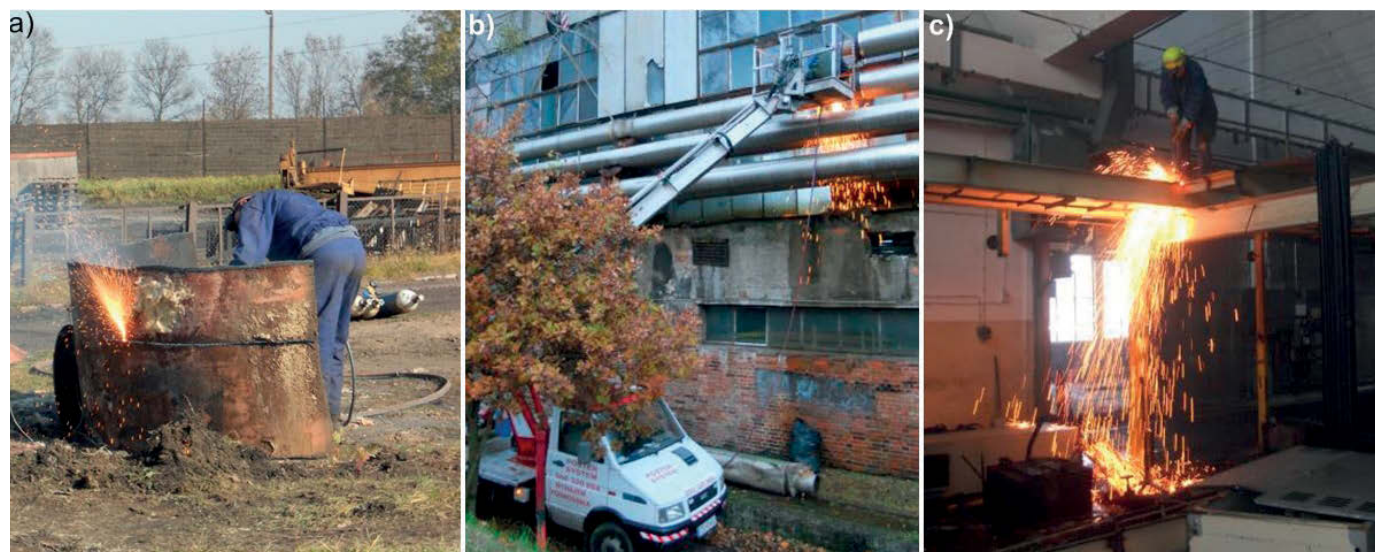
Efektywne wykorzystanie maszyny jest możliwe wtedy, gdy jej rozłożone ramię może operować co najmniej 1,5 m powyżej wysokości rozbieranego obiektu.

Metody rozbiórki mechanicznej uważane są za najprostsze, szybkie i efektywne, stąd ich duża popularność. Prowadzi się je z wykorzystaniem ciężkiego sprzętu budowlanego stosując koparki ze specjalnym osprzętem do kucia i kruszenia, jak szczęki i nożyce (rys. 3), oraz dźwigi, ładowarki i inny sprzęt.

Zaletą metod mechanicznych jest mobilność i duża wydajność maszyn. Mogą one operować na pionowych i poziomych powierzchniach, powyżej miejsca swojego usytuowania. Jednak efektywne wykorzystanie maszyn jest możliwe wtedy, gdy ich rozłożone ramię może operować co najmniej 1,5 m powyżej wysokości rozbieranego obiektu. Maszyny potrzebują również odpowiedniego dostępu do konstrukcji obiektu poddanego rozbiórce, a także trwałego i możliwie płaskiego podłoża.



Rys. 3. Mechaniczna rozbiórka żelbetonowej konstrukcji nośnej parkingu piętrowego w centrum Opola, z użyciem gąsienicowych koparek wyburzeniowych wyposażonych w hydrauliczne nożyce na teleskopowym ramieniu



Rys. 4. Cięcie elementów stalowych a) najmniej problematyczne – na poziomie terenu, b) z podnośnika samochodowego, tzw. zwyżki, c) najbardziej ryzykowne – z poziomu rozcinanej konstrukcji [8]

Fot. arch. K&P SP

Fot. arch. FHU, JJK, Borasz, Jędrzyk

Zanieczyszczenia związane z maszynami stosowanymi podczas mechanicznych rozbiórek obiektów budowlanych podano w tabelicy 1. Ponadto mogą wystąpić takie zagrożenia jak przygniecenia przez spadające elementy, potrącenia przez maszyny manewrujące na terenie rozbiórki, a także porażenia prądem wskutek kontaktu z napowietrznymi liniami energetycznymi. Dlatego przed przystąpieniem do pracy należy wyznaczyć i wyraźnie oznakować strefy niebezpieczne, a także zorganizować ruch kołowy i pieszy na placu rozbiórki. Pracownicy pracujący w miejscach o wzmożonym ruchu pojazdów powinni być dobrze widoczni, dlatego należy zastosować kamizelki ostrzegawcze wykonane z tkanin i materiałów fluorescencyjnych o intensywnych barwach. Operatorzy maszyn powinni stosować dźwiękową sygnalizację manewru cofania.

Należy wyznaczyć i wyraźnie oznakować strefy niebezpieczne, a także zorganizować ruch kołowy i pieszy na placu rozbiórki.

Podobnie jak w przypadku innych konstrukcji, do rozbiórki elementów stalowych najczęściej wykorzystuje się ciężki sprzęt budowlany ze specjalistycznym osprzętem (często żurawie budowlane). Elementy konstrukcji stalowych najczęściej rozbiera się przez cięcie (rys. 4). W początkowych fazach konstrukcje zwykle tną się na wysokości na mniejsze segmenty i opuszcza na poziom terenu, gdzie można bezpiecznie przystąpić do dalszego rozcinania elementów na małe fragmenty. Maszyny budowlane do celów wyburzeniowych wyposaża się w specjalne masywne szczęki do cięcia konstrukcji, często stosuje się uniwersalne nożyce zarówno do cięcia stali, jak i kruszenia betonu. W podobny sposób wykonuje się rozbiórkę obiektów wyższych, ale będących w zasięgu maszyn naziemnych – tu wykorzystuje się przedłużanie ramion zaopatrzonych w szczęki. Pocięte elementy konstrukcji opuszcza się na poziom terenu za pomocą żurawia samochodowych.

Ze względu na masę i wymiary demontowane elementy konstrukcji można podzielić, podobnie jak prefabrykaty do montażu, na:

- wielkowymiarowe, przeznaczone do demontażu ciężkimi maszynami montażowymi. Przyjmuje się, że mają one zwykle powierzchnię większą od 2 m² oraz masę przekraczającą 1 tonę,
- średniowymiarowe, demontowane przy użyciu lekkich maszyn montażowych, o powierzchni do 2 m² i masie w zakresie 0,2-1 tony,
- drobnowymiarowe, demontowane również ręcznie, o masie do 200 kg.

Metody strzałowe

Najbardziej efektywną, a zarazem efektywną i widowiskową metodą wyburzania jest wysadzanie obiektów budowlanych za pomocą materiałów wybuchowych. Roboty takie nazywane są robotami strzałowymi. Dzięki wyzwoleniu dużej energii z materiału wybuchowego możliwa jest rozbiórka w bardzo krótkim czasie i przy małym nakładzie pracy. Głównym zadaniem sapersa jest doprowadzenie do utraty równowagi obiektu przez zdetonowanie wielu małych ładunków rozmieszczonych w odpowiedni sposób [1]. Metoda ta wymaga jednak dużej wiedzy, umiejętności projektowych, wykonawczych, oraz specjalnych uprawnień – projektant rozbiórki musi umieć zaprojektować liczbę otworów pod ładunki i ich rozmieszczenie oraz sekwencję odpalania.

Rozbiórka strzałowa jest szczególnie efektywna w przypadku wyburzania obiektów wysokich, jak wieże czy komin. Przed zdetonowaniem ładunków należy kolejno:

- wstępnie osłabić konstrukcję – zdemontować ręcznie lub mechanicznie okna i drzwi, ścianki oraz elementy instalacji, podciąć pręty zbrojeniowe, ściany i słupy nośne oraz podkopać fundamenty,
- zamontować osłony przeciwwuderzeniowe, zapewniające ochronę przed eksplozją poprzez niedopuszczenie do niekontrolowanego rozrzutu odłamków,
- nawiercić otwory pod ładunki wybuchowe,
- zamontować w otworach ładunki (trotyl, C4 lub nitroglicerynę).

Jeśli wyburzenie budowli ma nastąpić w granicach jej obrysu zewnętrznego, bez zniszczenia sąsiednich obiektów, stosuje się strzelanie kaskadowe. Jest to jednorazowy odstrzał niszczącej strukturę nośną obiektu, stosowany wówczas, gdy wyburzany obiekt nie nadaje się do kierunkowego obalenia ze względu na niekorzystny stosunek wymiarów lub brak miejsca [3]. Ładunki wyposaża się w opóźniacze, tak aby kolejne eksplozje następowały z kilkusekundowym opóźnieniem w zaplanowanej sekwencji.

Wyburzenie strzałowe jest wyjątkowo niebezpieczne, a błędy mogą spowodować tragiczne skutki. Najpoważniejszym zagrożeniem jest niezamierzony kierunek upadku przewracającego się obiektu oraz silne drgania wywołane uderzeniem dużych mas o podłoże. W czasie wybuchu mogą też powstać pożar, podmuch pyłów i substancji toksycznych oraz fala uderzeniowa i akustyczna. Rozrzut nawet niewielkich odłamków może być śmiertelnym zagrożeniem dla osób znajdujących się w pobliżu. Dlatego podczas robót strzałowych najważniejsze jest prawidłowe wyznaczenie strefy niebezpiecznej i dopilnowanie, aby nikt się w niej nie znalazł w czasie wybuchu.

Uwagi końcowe

Nad pracami rozbiórkowymi i demontażowymi należy zapewnić bezpośredni nadzór. Brak

nadzoru często staje się przyczyną tragedii, tak jak w przypadku katastrofy przy rozbiórce sześciokondygnacyjnego budynku biurowego na terenie dawnej huty Baildon w Katowicach w 2009 r. W pierwszym etapie rozbiórki rozkruszano nożycami żelbetowe stropy od góry, następnie wycinano uwolnioną stalową ramę. Ramę osłabiano, zgniatając profile nożycami, i przechylano na gruzowisko naciskiem koparki. Następnie spawacz-przepalacz obcinał słupy na wygodnej wysokości palnikiem acetylenowo-tlenowym. W dniu katastrofy kierownik był na urlopie, nie wyznaczono zastępstwa. Prawdopodobnie pracownicy chcieli przyspieszyć rozbiórkę ostatnich dwóch z ośmiu segmentów i, wykorzystując nieobecność kierownika, przystąpili do podcinania obciążonej stropami ramy niezgodnie z projektem. W czasie przepalania drugiego słupa cała obciążona konstrukcja utraciła stabilność i budynek się przewrócił. Pracownicy, którzy byli obecni przy przecinaniu konstrukcji, zaczęli uciekać poza obszar wyburzenia, jednak jeden z nich się potknął, został przygnieciony i zginął na miejscu.

Podziękowanie

Autorka składa serdeczne podziękowania wszystkim osobom, które udostępniły materiały i fotografie do artykułu. Bazuje on na części wykładu wygłoszonego na XXX Ogólnopolskich Warsztatach Pracy Projektanta Konstrukcji 2015 w Szczyrku. Jest również fragmentem nieopublikowanej książki dotyczącej rozbiórek, którą aktualnie przygotowuje autorka.

Abstract. Realization methods of demolition works. *Basic methods of leading demolition works of buildings have been described in the article. General principles regarding respective methods have been presented. In actual situations it is very rare to use only one method. They are used interchangeably, depending on the requirements and possibilities of the demolition case.*

Keywords: *demolition, methods, equipment*

Bibliografia

- [1] Bik P., Wyburzanie kominów metodą wybuchową, „Inżynier Budownictwa” 5/2014.
- [2] Code of practice for demolition of building. Buildings Department 2004, Approved code of practice for demolition, Published by the Occupational Safety and Health Service, New Zealand 1994.
- [3] Lewicki J., Metody wybuchowej likwidacji obiektów wieloprzestrzennych, „Górnictwo i Geoinżynieria” 3/2004.
- [4] Rawska-Skotniczny A., Obciążenia na budynki i konstrukcje budowlane według Eurokodów. Wydanie II uzupełnione i poprawione, PWN 2014.
- [5] PN-EN 1991-1-6 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-6: Oddziaływania ogólne. Oddziaływania w czasie wykonywania konstrukcji.
- [6] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane. Tekst jednolity (Dz. U. z 2013 r. poz. 1409, z 2014 r. poz. 40, 768, 822).
- [7] Materiały informacyjne Biura Projektowego GRAF s.c. (<http://www.grafsc.pl/>).
- [8] Materiały reklamowe firmy FHU JDK Bartosz Jedynak (<http://www.jdk.net.pl>).
- [9] Materiały informacyjne serwisu Komendy Głównej Państwowej Straży Pożarnej (<http://www.straz.gov.pl/>).
- [10] Materiały informacyjne serwisu WRATISLAVIAE AMICI (<http://wroclaw.hydrat.com.pl/>).