

**Tomasz Kwiatkowski**

## **KOTWY CHEMICZNE - ZALETY, RODZAJE I OBSZAR ZASTOSOWANIA**

### **Wprowadzenie**

Kotwy stalowe są od dawna stosowane w przemyśle budowlanym nie tylko jako ogniwo łączące dwa elementy konstrukcji, lecz także jako środek naprawczy lub wzmacniający komponenty istniejącej konstrukcji. Kotwy stalowe można aplikować w sposób mechaniczny (standardowy - poprzez wykorzystanie siły rozporu kotwy), takie rozwiązanie wykorzystywane jest w różnych konstrukcjach inżynierskich, w przemyśle górniczym oraz różnych obiektach betonowych, murowanych i kompozytowych [1, 2]. Kotwy mechaniczne mają jednak pewne ograniczenia co do sposobu aplikacji i rozmieszczenia. W 1972 r. przy budowie Stadionu Olimpijskiego w Monachium specyfika projektu wymagała, żeby kotwy były rozmieszczone w małych odległościach od siebie i przy krawędziach. Kotwy tradycyjne ze względu na wstępne naprężenia wywoływane w podłożu podczas kotwienia nie spełniały tych warunków. Właśnie wtedy po raz pierwszy zastosowano kotwy chemiczne, które doskonale spełniły wymagania stawiane obiektowi w Monachium [3]. Od tego momentu kotwy chemiczne zaczęły być stosowane na szerszą skalę. Lata osiemdziesiąte tylko przyniosły dodatkowy rozkwit mocowania chemicznego poprzez wprowadzenie dwukomponentowych dozowników. Przez lata kotwy chemiczne (a przede wszystkim dozowniki) ulegały ewolucji i dostosowywały się do użytkownika i miejsc aplikacji. Współcześnie kotwy chemiczne są nie tylko konkurencją dla kotew mechanicznych, ale poprzez rosnące ceny tych drugich stają się tańszą i wygodniejszą alternatywą.

### **1. Kotwy chemiczne i ich rodzaje**

Kotwy chemiczne (często nazywane też kotwami wklejanymi) działają na zasadzie adhezji. Polega to na łączeniu się dwóch substancji (w formie ciekłej lub stałej) poprzez styk powierzchniowy. W przeciwieństwie do kotew mechanicznych

kotwy te nie wprowadzają naprężeń do powierzchni kotwiącej (podłoża) w chwili kotwienia. Kotwy chemiczne dzielimy w zasadzie na dwa rodzaje:

- kotwy z zastosowaniem żywic katalitycznych + utwardzacz,
- kotwy z zastosowaniem żywic niekatalitycznych + utwardzacz.

Pierwsze z nich możemy podzielić dodatkowo na trzy gatunki: poliestrowa, winylestrowa i epoksydowo-akrylowa. W ich przypadku proces utwardzania zachodzi wówczas, gdy katalizator będzie miał kontakt z jakąkolwiek ilością żywicy. W przypadku żywic niekatalitycznych reakcja chemiczna zachodzi wtedy, gdy wymieszane zostaną takie same ilości żywicy i katalizatora (utwardzacza). Kotwy chemiczne mogą być używane w trakcie budowy nowych obiektów oraz przy naprawach starych i zniszczonych budynków, w których podłoże jest niejednokrotnie bardzo zniszczone [3-5].

## 2. Zalety i obszar stosowania kotew chemicznych

Kotwy chemiczne w przeciwieństwie do kotew mechanicznych mają lepszą odporność na drgania, wibracje podłoża, wrywanie i ściskanie. Ale do największych zalet tych kotew należą [6, 7]:

- **wysoka nośność** - która jest równa nośności podłoża, w którym kotwa jest mocowana;
- **szczelność mocowania** - mocowanie jest na długości całej kotwy i wypełnia cały otwór, co ma znaczenie przede wszystkim w mocowaniach zewnętrznych (brak dostępu wilgoci i wody). Dodatkowo, dokładne wypełnienie otworu zapobiega powstawaniu pęknięć i szczelin;
- **brak naprężeń wstępnych w podłożu** - w trakcie mocowania nie powstają naprężenia w podłożu, przez co kotwy te są szczególnie polecane do mocowań bliskokrawędziowych, w narożach oraz słabym i zniszczonym materiale;
- **duże siły kotwienia przy niewielkich długościach wiązania.**

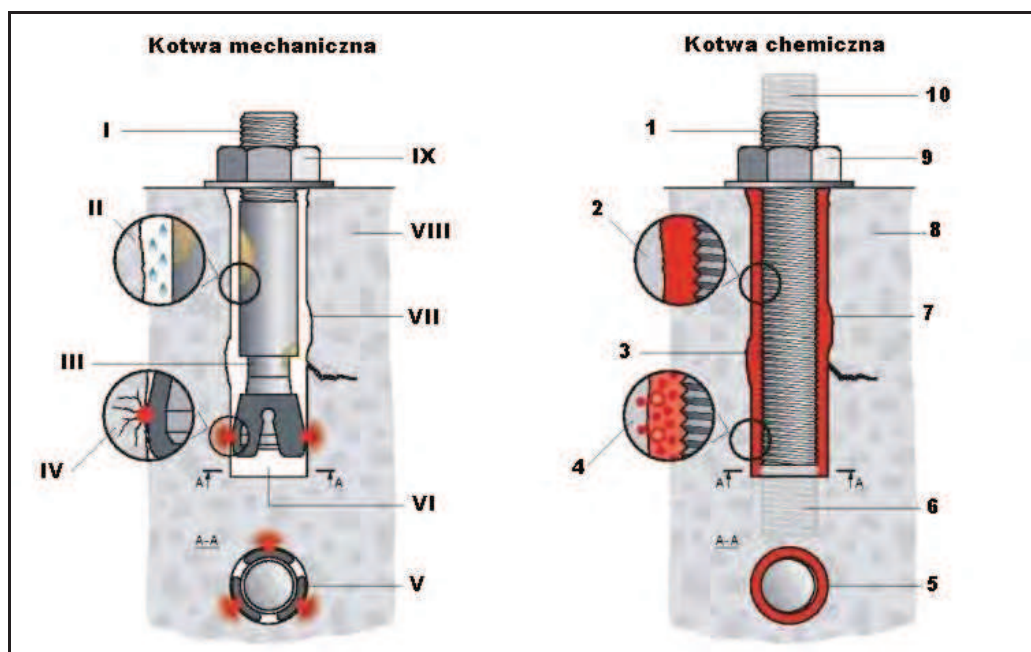
Obszar, w którym można stosować kotwy chemiczne, praktycznie jest nieograniczony, dlatego można je wykorzystywać:

- w trakcie wznoszenia nowych obiektów,
- do wzmacniania obiektów już istniejących,
- w starych i popękanych budynkach,
- w górnictwie – do wzmacniania skał i podczas drążenia tuneli,
- w pracach wysokościowych,
- w pracach podwodnych,
- w mostownictwie,
- w budownictwie podziemnym (np. przy budowie tuneli).

Kotwy te można mocować w betonie, w cegle pełnej, w pustakach (np. w cegle dziurawce, kratówce), w podłożu skalnym, w starym i zniszczonym podłożu oraz w podłożu kamiennym. Mocowanie chemiczne iniekcyjne polecane jest także do naprawy miejsc, w których zostały wyrwane kotwy mechaniczne [8, 9].

### 3. Porównanie mocowania kotwy chemicznej z mechaniczną

Różnice między kotwami chemicznymi a mechanicznymi najlepiej obrazują rysunek 1 i tabela 1. W tabeli porównano właściwości i możliwości, jakie daje zastosowanie kotwy wklejanej względem kotwy tradycyjnej.



Rys. 1. Porównanie mocowania kotwy mechanicznej z kotwą chemiczną [10]

Jak widać z powyższego porównania, kotwy wklejane prezentują się znacznie lepiej niż tradycyjne kotwy mechaniczne. Dodatkowym atutem kotew żywicznych jest ich uniwersalność wykorzystania - jeden produkt do podłoży pełnych i z pustymi przestrzeniami, możliwość mocowania nie tylko śrub i prętów gwintowanych, ale także wszelkiego rodzaju uchwyty i haków oraz możliwość poziomowania elementu już po zaaplikowaniu żywicy.

Kotwienie chemiczne jest obecnie tak rozpowszechnione, że powstają już rozwiązania systemowe tego typu mocowań, np. system kotwienia firmy „Fischer”, który ma w swojej ofercie trzy rodzaje kotwienia [11]:

- fischer Highbond FHB II - charakteryzujący się bardzo dużą nośnością oraz możliwością stosowania go do kotwienia krawędziowego,
- fischer Powerbond FPB - system charakteryzujący się wysoką nośnością oraz możliwością regulowania głębokości kotwienia. Stosowany przede wszystkim do cienkich podłoży betonowych,
- fischer Superbond FSB - najbardziej uniwersalny system, składający się z zaprawy iniekcyjnej i ampulek z żywicą oraz powszechnie stosowanych prętów nagwintowanych. Możliwość stosowania w temperaturze do  $-30^{\circ}\text{C}$ .

TABELA 1

## Porównanie kotwy mechanicznej z kotwą chemiczną [10]

Lp.	Kotwa mechaniczna	Zalety, wady	Lp.	Kotwa chemiczna	Zalety, wady
I	Standardowy rozmiar kotwy ( $\phi 6 \pm 24$ mm)	–	1	Standardowy rozmiar kotwy ( $\phi 4 \pm 80$ mm)	+
II	Obszar niezamknięty przed wnikaniem wody (pary wodnej, wilgoci) i środków chemicznych (może powodować pęknięcia podczas zamarzania wody)	–	2	Hermetyczna izolacja przed wpływem wody (pary wodnej, wilgoci) i środków chemicznych	+
III	Obszar pracy kotwy (skok śruby wpływa na wydajność mocowania)	–	3	Skok śruby nie wpływa na wydajność mocowania	+
IV	Napięcie w materiale powoduje spękanie podłoża	–	4	Brak napięć powierzchniowych. Łączenie nie powoduje napięcia w łączonym podłożu	+
V	Kontakt mocowania tylko w 3 punktach	–	5	Kontakt mocowania na całej długości kotwy	+
VI	Kotwy przystosowane do konkretnych głębokości. Brak manipulowania długością kotwy	–	6	Zwiększenie głębokości zakotwienia powoduje jednoczesny wzrost jej nośności	+
VII	Średnica otworu dostosowana do średnicy kotwy	–	7	Możliwość kotwienia w otworach o różnej średnicy	+
VIII	Kotwa dostosowana do konkretnego podłoża	–	8	Każdy typ podłoża	+
IX	Niewłaściwe przykręcenie kotwy powoduje zmianę jej nośności	–	9	Moment dokręcania nie wpływa na nośność kotwy	+
	–	–	10	Dodatkowym atutem jest szeroki zakres długości części do zakotwienia	+



Rys. 2. Systemy kotwienia firmy „Fischer” [11]

Zalety chemicznego kotwienia sprawiają, że coraz częściej takie rozwiązanie stosuje się w montażu konstrukcji stalowych (np. bramy, przęsła, zawiasy), aluminiowych (np. okiennice, barierki), oraz drewnianych (np. różnego rodzaju daszki, regały ścienne).

## Podsumowanie

Systemy chemicznego mocowania są coraz bardziej popularne i coraz częściej wykorzystywane. Nie ma już chyba miejsca, gdzie nie można by było zastosować kotwy wklejanej. Poprzez swoje unikalne zalety, do których należą: bezpieczne mocowanie w podłożach pełnych i porowatych, wysoka odporność chemiczna, kotwienie bliskokrawędziowe czy możliwość stosowania w budynkach o bardzo zniszczonym podłożu, tego rodzaju mocowanie wypiera tradycyjny sposób kotwienia. W połączeniu z kompozytami włóknistymi może stanowić kompleksowe rozwiązanie renowacyjne elementów konstrukcyjnych, np. stropu [12].

## Literatura

- [1] Kwiatkowski T., Nowy materiał konstrukcyjny - kompozyt, Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej 2014, nr 170, seria Budownictwo 20, 127-132.
- [2] Kwiecień A., Praca kotew stalowych wklejanych w mur zabytkowy na sztywnych i podatnych warstwach adhezyjnych, Czasopismo Techniczne 2011, Tomy 3-B, 19, 205-218.
- [3] Majak G., EWIT. [Online] 10 06 2014. <http://ewit.pl/rbt:news-524.htm>
- [4] [Online] 04 2015. <http://zamocowania.org/kotwy-chemiczne/>
- [5] [Online] <http://www.e-sciany.pl/a/10288,kotwy-chemiczne>
- [6] Bober M., murator-dom.pl [Online] [http://murator-dom.pl/budowa/sprzet-i-narzedzia/kotwy-chemiczne-co-i-jak-nimi-mocowac,22\\_9162.html](http://murator-dom.pl/budowa/sprzet-i-narzedzia/kotwy-chemiczne-co-i-jak-nimi-mocowac,22_9162.html)
- [7] [Online] <http://www.dsi-schaumchemie.pl/produkty/kotwy/kotwy-mechaniczne-wklejane-cierne-i-linowe.html>
- [8] Sawicki J., Kotwa chemiczna jako element mocujący w budownictwie, IZOLACJE. 2012, 1.
- [9] [Online] <http://www.kotwachemiczna.eu>
- [10] [Online] <http://www.bitunited.com/?pl/aktualnosci/2013/01/22/porwnanie-kotwy-mechaniczne-vs-kotwy-bit.html>
- [11] [Online] 19100592 · 11/2012. [www.fischerpolska.pl](http://www.fischerpolska.pl)
- [12] Major M., Major I., Zasady zbrojenia drewnianych elementów zginanych kompozytami włóknistymi, [w:] Tradycyjne i współczesne budownictwo drewniane, red. nauk. J. Rajczyk, M. Rajczyk, T. Bobko, N. Kazhar, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2007, 133-136.

## Streszczenie

W pracy przedstawiono kotwy chemiczne. Zaprezentowano ich podział, zalety w porównaniu z kotwami mechanicznymi oraz obszary ich wykorzystania. Omówiono też rozwiązania systemowe, w których wykorzystano kotwienie chemiczne.

**Słowa kluczowe:** klej, kotwy, żywice epoksydowe

## **Chemical anchors - advantages, types and sphere of application**

### **Abstract**

In the paper there were presented chemical dowels. It describes their division, their advantages in comparison to mechanical anchors and areas of their use. The article also includes system solutions that use chemical anchoring.

**Keywords:** glue, anchors, epoxy resins