

Czy metody wznoszenia nadążają za budynkami wysokimi?

Mgr inż. Piotr Dziegielewski, pełnomocnik Zarządu ds. Rozwoju PERI Polska

Pojęcie budynku wysokiego podlega nieustannej ewolucji, i nie chodzi tu o teorię czy definicję, ale o realnie powstające w ostatnich latach obiekty. Dostępne obecnie materiały, stale rozwijające się technologie i metody obliczeniowe pozwalają na coraz większy rozmach projektantów, zbliżając się skokowo do magicznej granicy 1000 m wysokości. W Polsce w ostatnich latach powstały i planowane są kolejne realizacje budynków żelbetonowych o wysokościach od 100 do ponad 200 m. Jak na tym tle przedstawiają się metody budowy takich obiektów pod kątem techniki deskowań?

Obiektywne trudności

Wznoszenie budowli wysokich jest wysoce specjalizowaną działalnością i niesie ze sobą szereg utrudnień niespotykanych lub mało zauważalnych w niższych obiektach. Trzema głównymi problemami, z którymi musi zmierzyć się firma wykonawcza są:

- wydajność żurawi zmniejszająca się wraz z wysokością,
- zapewnienie bezpiecznych warunków pracy personelu,
- narażenie na pogarszające się wraz z wysokością warunki pogodowe, szczególnie silny wiatr.

Dochodzą dodatkowo kwestie transportu ludzi na górę i w dół kilka razy dziennie, tłoczenia mieszanki betonowej na duże wysokości, podwyższanie i kotwienie żurawi oraz szereg innych zagadnień niezwiązanych bezpośrednio z deskowaniami.

Powyższe przeszkody muszą być skonfrontowane z koniecznością dotrzymania terminów harmonogramu – najczęściej bardzo napiętego. W większości przypadków budynki wysokie powstają w bardzo gęsto zabudowanych centrach miast. Przez to place budów są tylko nieznacznie większe od finalnych obiektów, realizowanie dostaw materiałów jest utrudnione zakorkowanymi ulicami i występują obostrzenia dotyczące pracy w nocy ze względu na hałas.

Metody sprawdzone od 20 lat

Większość przytoczonych problemów możliwa jest do rozwiązania poprzez stosowanie odpowiednich urządzeń technicznych, pozwalających na unie-

ależnienie się od pracy żurawi i niewrażliwych na niekorzystne czynniki atmosferyczne lub wręcz ostanające od nich pracowników. Urządzenia takie to systemy samowznoszących się pomostów roboczych i osłonowych w połączeniu z systemami deskowań. Od wczesnych lat 70. XX wieku PERI jest pionierem stosowania pomostów roboczych zintegrowanych z deskowaniami, a od 20 lat systemów samoczynnego wspinania – rozwiązania pozwalającego na wzniesienie urządzeń formujących konstrukcję żelbetonową bez użycia żurawia. W 1993 roku PERI wprowadziło na rynek przełomowy system ACS (*Automatic Climbing System*). Dzięki niemu, ograniczeniem postępu robót budowlanych są tylko fizyczne właści-



Fot. 1. Budowa „Cosmopolitan Twarda 2/4” w Warszawie



Fot. 2. Bezpieczna i efektywna praca na dużych wysokościach dzięki pomostom osłonowym RCS-P. Budowa „Cosmopolitan Twarda 2/4”

wości stosowanych materiałów, jak np. czas dojrzewania świeżego betonu. Od tamtego czasu powstało kilka specjalizowanych odmian tego systemu, optymalizujących działanie dla różnych geometrii wznoszonych obiektów (oznaczenia ACS-R od *Regular*, -P od *Platform*, -G od *Gallows*, -V od *Variable*, -S od *Shaft*). W większości przypadków stosowana jest kombinacja kilku odmian ACS dająca najlepsze rozwiązanie i pozwalająca na osiągnięcie cykli wykonania pełnej kondygnacji nawet rzędu 3–4 dni (np. Hotel Intercontinental w Warszawie), choć standardem jest 1 kondygnacja na tydzień. W Polsce ACS sprawdził się przy budowie: Warszawskiego Centrum Finansowego, Business Research Center, Pylonu Mostu Świętokrzyskiego, Złotych Tarasów, Rondo 1, Residential Tower – Złota 44, Cosmopolitan – Twarda 2/4, Pylonu Mostu im. Jana Pawła II w Gdańsku, Sea Towers w Gdyni, Pylonu Mostu Rędziańskiego i Sky Tower we Wrocławiu. Na świecie system stosowany był ogółem w 442 projektach.

Zasada działania

Podstawowa zasada działania jest stosunkowo prosta, natomiast przemyślane i opatentowane szczegóły konstrukcyjne decydują o sukcesie stosowania. Do ścian żelbetonowych wprowadzane są zakotwienia pozwalające na późniejsze przenoszenie przez nie obciążeń – od urządzenia wznoszącego bezpośrednio do konstrukcji obiektu. Zakotwienia są zaprojektowane w sposób minimalizujący naprężenia w świeżym betonie, pozwalając na pełne obciążenie nawet po jednym dniu od zabetonowania. W oparciu o te zakotwienia, urządzenie formujące wypycha na kolejne kondygnacje szyny, po których wznosi się następnie z użyciem hydrauliki siłowej. Sercem napędzającym wszystkie odmiany ACS jest układ hydrauliczny ACS-100 z siłownikami o udźwigu 100 kN każdy

i odpowiednio dobranej do potrzeb ilością obwodów pomp. Główną zaletą systemu jest jednolitość stosowania, cicha, niezawodna i płynna praca. Regulator przepływu w każdym agregacie zapewnia równomierne wspinanie pomostów nawet przy skrajnie różnie obciążonych siłownikach.

Cały proces odbywa się automatycznie i zabezpiecza bez ingerencji użytkownika. Deskowania połączone są z pomostami poprzez wózki jezdne lub przez podwieszenie do górnego rusztu, w sposób umożliwiający efektywne prowadzenie wszystkich niezbędnych prac. Dzięki takiemu rozwiązaniu pomosty i deskowania związane są bezpiecznie z konstrukcją obiektu przez cały czas trwania budowy, a proces wspinania się jest szybki i pewny.

Przełomowe rozwiązania ostatnich lat

Tak jak budynki, ewolucji podlegają urządzenia samoczynnego wspinania. Na bazie wieloletnich doświadczeń PERI w Polsce i na świecie, dzięki optymalizacji technologicznej, ekonomicznej i inżynierskiej powstał w 2005 roku system RCS (*Rail Climbing System*). Modułarna budowa decyduje o bardzo dużej uniwersalności i możliwości stosowania na wiele sposobów,



Fot. 3. Budowa „Plac Unii” w Warszawie

przy jednoczesnej minimalizacji nakładów roboczych na użytkowanie. Mimo pojawienia się naśladowców RCS pozostaje najbardziej przemyślanym systemem w swojej klasie.

Głównymi cechami wyróżniającymi RCS są:

- modułarna budowa zaprojektowana w celu minimalizacji robocizny i użycia elementów specjalnych,
- najmocniejsze w tej klasie pomostów profile konstrukcji nośnej, pozwalające na duże rozpiętości pomostów i minimalizację kosztów,
- szyny wspinania stanowiące integralną część konstrukcji pomostów,

- zastosowanie mobilnej hydrauliki siłowej – zestaw przejezdnej pompy hydraulicznej z regulatorem przepływu, obsługującej 4 siłowniki o udźwigu 50 kN każdy.

Z całej gamy dostępnych rozwiązań RCS warto wyróżnić trzy podstawowe rodzaje:

- RCS-C pomosty robocze z możliwością odsuwania deskowania o 90 cm – przewidziane do wznoszenia obiektów średniej wysokości,

- RCS-P pomosty osłonowe – będące idealnym uzupełnieniem systemu ACS dla budynków wysokich dzięki zabezpieczeniu ludzi przed upadkiem i wpływem wiatru,

- rozwiązania pomocnicze pozwalające na sprawną komunikację personelu i umożliwiające rotację materiału z możliwością podejmowania go żurawiem lub całkowicie niezależnie od niego (RCS – *Material Lifter*).

Od czasu wdrożenia, system RCS zapewnił w Polsce bezpieczeństwo i sprawną realizację m.in.: Platinum Towers, Residential Tower, Platinum 4, Wola Center, Cosmopolitan, Plac Unii w Warszawie, Sea Towers w Gdyni, Sky Tower we Wrocławiu.

Aktualne przykłady

Dobłą ilustracją prawidłowego stosowania systemów ACS i RCS zgodnie z ich przeznaczeniem są trwające budowy „Cosmopolitan Twarda 2/4” i „Plac Unii” w Warszawie. Pierwszy z nich jest ponad 160-metrowej wysokości apartamentowcem zlokalizowanym w ścisłym centrum miasta. Konstrukcja płytowo-słupowa z trzonem usztywniającym jest urozmaicona od strony południowej 15-metrowymi wspornikami, podwieszonymi cięgnami w trzech poziomach po 10 kondygnacji. Do budowy trzonu zastosowano system ACS-P z deskowaniem VARIO pozwalającym dodatkowo uzyskiwać ściany w standardzie betonu architektonicznego. Trzon wykonywany jest bez wyprzedzenia względem stropów. W celu zapewnienia



Fot. 4. Budowa „Plac Unii” w Warszawie

najwyższego poziomu bezpieczeństwa i najwyższej wydajności ludzi pracujących na wysokości, użyto systemu RCS-P do szczelnego otoczenia krawędzi trzech ostatnio wykonywanych stropów. Osłony gwarantują komfort porównywalny z pracą na poziomie terenu, co przekłada się na bardzo dużą wydajność personelu. Zabezpieczenie krawędzi uzupełnione jest pomostem z zewnętrzną schodnią rusztowaniową, bezpiecznie komunikująca ostatnie trzy wykonywane kondygnacje. Poniżej osłon zapewniono pomosty rozładunkowe do rotacji deskowań odzyskiwanych z niższych poziomów. Z powodu wykonywania wyżej wspomnianych wsporników z opóźnieniem względem stropów właściwych, zastosowano w ich obrębie dodatkowo zestaw osłon RCS-P. Wszystkie wymienione elementy wspinają się samoczynnie bez angażowania żurawia, do prędkości wiatru 20 m/s, czyli dwukrotnie wyższej niż wartość graniczna pracy dźwigu.

„Plac Unii” to 21-piętrowy kompleks biurowy z galerią miejską, powstający przy jednym z najbardziej ruchliwych warszawskich skrzyżowań. Metoda wykonania najwyższego budynku przewiduje wznoszenie trzonu komunikacyjnego z wyprzedzeniem 2 kondygnacji względem stropu. Zdecydowano się na użycie systemu RCS-CB, wersji pomostów roboczych przestawianych żurawiem razem z deskowaniem. Wystarczająca wydajność żurawia sprawiła, że nie było tu wymogu samoczynnego wspinania, a system pozwala na stosowanie szerokich pomostów, bardziej efektywnych niż tradycyjne. Fasada budynku składa się z tysięcy słupów zmieniających swoje położenie co 2 kondygnacje. W celu optymalnego wykorzystania rotacji deskowań, do wykonania fasady zastosowano pomosty RCS-C z zestawem przejezdnej pompy z czterema siłownikami hydraulicznymi.

Wnioski

Można powiedzieć, że nikt z klientów PERI nie wyobraża sobie dziś wznoszenia budynku wysokiego bez systemu ACS, a przy konstrukcji płytowo-słupowej – również bez osłon zabezpieczających RCS-P i udogodnień komunikacyjnych z nimi związanych.

Kluczem do sukcesu jest niska pracochłonność stosowanych rozwiązań i uniezależnienie się od czynników ryzyka. PERI gwarantuje wysoką wydajność robot i spokojny sen osób odpowiedzialnych za bezpieczeństwo na budowie.

Zuchwała byłaby teza odwrotna do sugerowanej w tytule, że to budynki wysokie nie nadążają za metodami ich wznoszenia. W pełni uzasadnionym jest jednak stwierdzenie, że systemy deskowań i pomostów nie są czynnikiem ograniczającym, lecz promują dalszy rozwój budownictwa wysokiego, zapewniając odpowiedni poziom bezpieczeństwa i komfortu pracy, nawet na bardzo dużych wysokościach.