

# INNOWACJE

## w mechanizacji procesów technologicznych, cz. 2

**prof. PW, dr hab. inż. Roman Marcinkowski, dr inż. Anna Krawczyńska-Piechna**  
**Politechnika Warszawska**  
**dr inż. Sławomir Biruk**  
**Politechnika Lubelska**

Dokonujący się w ostatnich dziesięcioleciach postęp w zakresie technologii materiałowych wymusił (i stale wymusza) daleko idące zmiany i usprawnienia w dziedzinie zmechanizowania robót.

### **Nowoczesne technologie wykonywania robót murowych**

Roboty murowe wykonywane są prawie na każdej budowie. Mury są wznoszone z bardzo różnych elementów, głównie przez robotników, przy wykorzystaniu tradycyjnych narzędzi. W ostatnich kilkunastu latach następuje jednak przełom w konstrukcjach i technikach wznoszenia murów. Oferowane są nowe rozwiązania materiałowe, usprawniające stawianie murów, poprawiające ich właściwości i techniki wykończenia. Na rynku znajduje się kilkadziesiąt wyrobów o różnorodnych właściwościach i zastosowaniu. Oferowane są systemy, w tym technologie, usprawniające wykonanie ścian, na przykład Porotherm Dryfix, system HCH, ściany z wielkowieściowymi blokami. Producenci prześcigają się w ofertach podnoszących jakość i tempo stawiania murów. Na przykład system Porotherm Dryfix przeznaczony jest do budowy zewnętrznych ścian jednowarstwowych bez docieplenia i murowany na cienkospoinową zaprawę do murowania na sucho, której zastosowanie znacznie przyspiesza prowadzenie prac budowlanych oraz poprawia parametry cieplne muru. Innowacyj-

Zmechanizowane wykonywanie robót pozwala zmniejszyć zużycie materiału przeciętnie o ok. 25–30% w stosunku do metod tradycyjnych – ręcznych.

ność systemu HCH opiera się na wyeliminowaniu z procesu budowy mokrych technologii, wysokiej precyzji wykonania oraz zastosowaniu materiałów mineralnych nowej generacji. Mury w systemie Silka Tempo Ytong (rys. 1.) zmniejszają 4-krotnie pracochłonność wykonania ścian.

Do wykonywania ścian wykorzystywane są inwentaryzowane pomosty robocze, pod ręczne żurawiki i wciągarki, a także specjalistyczne, również innowacyjne, narzędzia murarskie.

Duży zakres robót murarskich i niesłabnąca popularność konstrukcji murowych wymusza poszukiwanie urządzeń mechanicznych do ich wykonywania. Znane są różne konstrukcje robotów do murowania ścian. Przedstawimy je krótko w kolejnych artykułach cyklu, w części opisującej robotyzację i automatyzację w budownictwie. Nowością w Polsce jest przeniesienie procesu murowania ścian z placów budów do hali produkcyjnej. W hali, przy użyciu zautomatyzowanych maszyn z oprogramowaniem komputerowym, muruje się z dużą dokładnością wszelkiego typu wielkowieściowe elementy ścienne, które przy pomocy specjalistycznych środków transportu i dźwigów montuje się na budowie.

### **Mechanizacja robót wykończeniowych**

Głównym powodem stosowania środków mechanizacji w robotach wykończeniowych,

podobnie jak w innych pracach, jest potrzeba osiągnięcia wysokiej sprawności prowadzenia robót, zmniejszenie zużycia materiału oraz wymagana dokładność i jakość wykonania robót. Mechanizacja robót wykończeniowych – tynkarskich, posadzkarskich, okładzinowych oraz malarskich – znana i stosowana była z powodzeniem już latach 60. ubiegłego stulecia, por. [11]. Dokonujący się jednak w ostatnich dziesięcioleciach postęp w zakresie technologii materiałowych wymusił (i stale wymusza) daleko idące zmiany i usprawnienia w dziedzinie zmechanizowania robót.

Pośród środków transportowych wykorzystywanych do realizacji prac wykończeniowych znaleźć możemy już nie tylko nowoczesne wywrotki i cementonaczepy, ale także zintegrowane mobilne agregaty do przewożenia, mieszania i podawania zapraw betonowych, takie jak TransMix (rys. 2.) – dostępne w Polsce od ok. 2009 roku. Maszyny te, potocznie nazywane mobilnymi fabrykami jastrychu (ang. *conveying factory*), pozwalają na prowadzenie robót posadzkarskich w tempie od 5 do 18 m<sup>3</sup>/h, przy znacznym ograniczeniu innych środków pracy.

W zakresie podawania i tłoczenia materiałów – producenci sprzętu budowlanego oferują szeroki zakres wysokowydajnych pomp tłokowych, ślimakowych, przenośników jastrychu – tzw. mixokretów, agregatów tynkarskich – dostosowanych do sypkich i gotowych mas szpachlowych, agregatów malar-

skich – membranowych i tłokowych – do malowania w systemie AirLess i AirCoat oraz nakładania powłok dekoracyjnych. Natężenie tłoczenia materiału przez te urządzenia osiąga wartości rzędu 7–12 l/min w przypadku agregatów malarskich i 50–80 l/min – w przypadku agregatów tynkarskich. Z wyżej wymienionymi urządzeniami współpracuje nowoczesny i ergonomiczny osprzęt – elastyczne przewody tłoczne, elektryczne pistolety natryskowe i walki malarskie.

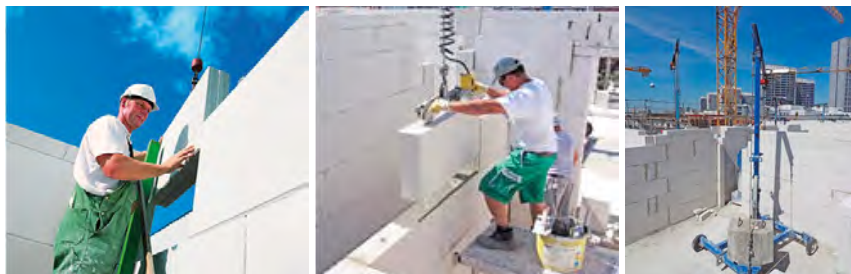
Do przygotowania i oczyszczenia powierzchni stosowane są nie tylko powszechnie znane piaskarki i śrutownice, ale także urządzenia parowe przydatne do usuwania tapet i klejów oraz urządzenia do likwidowania starych powłok malarskich i oczyszczania powierzchni suchym lodem (rys. 3.) lub sodą.

Tradycyjnie, aczkolwiek z pomocą wydajnych i ergonomicznych środków mechanizacji robót, rozprowadzenie, wyrównanie i zagęszczanie ułożonego jastrychu wspomaga się, stosując modułarne wielopunktowe pneumatyczne listwy wibracyjne lub ręczne spalinowe listwy pływające (rys. 4.). Wykończenie wykonanej posadzki można zrealizować z pomocą ręcznych lub samojezdnych zacieraczek do posadzek, zaś jej impregnację i pielęgnację – stosując automatyczne opryskiwacze.

Alternatywnym rozwiązaniem, podnoszącym jakość wykonania, jest zastosowanie małych automatycznych równiarek do posadzek (rys. 5.) o wydajności ok. 110 m<sup>2</sup>/h oraz tzw. kombajnów posadzkowych (rys. 6.), które rozkładają, wibrują i poziomują mieszankę betonową oraz rozsiewają utwardzacz w połączonym cyklu operacji.

Precyzję układania posadzki kontroluje niwelator laserowy sprzęgnięty z komputerem maszyny, który steruje mechanizmami odpowiedzialnymi za jakość obrabianej mieszanki betonowej [17]. Zintegrowana głowica robocza, umieszczona na końcu wysięgnika teleskopowego, zbudowana jest z lemiesza wyrównującego, przenośnika ślimakowego (rozkładarki), wibratora oraz, alternatywnie, automatycznego dozownika i rozsiewacza posypki utwardzającej lub barwiącej. Mieszankę betonową lub jastrych rozkłada się na powierzchni odpowiadającej szerokości głowicy roboczej (od 3 do 4,5 m). Zaletą kombajnów, oprócz wysokiej wydajności (9–22 m<sup>2</sup>/cykl roboczy) umożliwiającej ułożenie nawet 100 m<sup>3</sup> posadzki w ciągu godziny, bezsprzecznie jest jakość wykonania posadzki przy zmniejszonym zaangażowaniu pracy ludzkiej. Z urządzeniem współpracuje specjalistyczne oprogramowanie pozwalające zdefiniować geometrię i sposób wykończenia posadzki.

Wykonawca robót wykończeniowych, oprócz nowoczesnego parku maszynowego, musi dysponować szeregiem drobnych



Rys. 1. Wykonywanie ścian z elementów wielkowymiarowych [10]



Rys. 2. Mobilny agregat TransMix [12]



Rys. 3. Czyszczenie muru przy użyciu suchego lodu [13]



Rys. 4. Przykłady stosowania listw wibracyjnych – pneumatycznej i pływającej [14]



Rys. 5. Równiarka posadzkowa Floor-Master podczas pracy [15]



Rys. 6. Wykonywanie posadzki betonowej kombajnem Somero Laser Screed S-160 [16]

maszyn i elektronarzędzi, takich jak: przenośne mieszarki i stacjonarne mieszalniki, szlifierki, bruzdownice, wyrzynarki, szlifierki, zacieraczki do tynków, strugi elektryczne, frezarki, dłutownice, wkrętarki i wiertarki (także pneumatyczne), młoty udarowe i udarowo-obrotowe itd.

Nieodzownym elementem prowadzenia robót budowlanych i szeroko rozumianych robót wykończeniowych jest także znajomość współczesnych technik montażowych – montażu bezpośredniego, wkręcania czy wklejania. Także na tym polu dokonuje się znaczący postęp technologiczny. Automataczne i półautomatyczne osadzki są coraz bardziej ergonomiczne i zapewniają lepszą precyzję montażu w szerokim zakre-

sie podłożu. Dostępne są już także wiertła do wiercenia bezpyłowego i uszorstniania powierzchni wierconych metodą diamentową – co usprawnia prace poprzez eliminację konieczności czyszczenia wywierconego otworu i poprawia przyczepność żywicy iniekcyjnej, a zatem podnosi trwałość i nośność samego łączenia.

### Co łączy wszystkie wyżej wymienione rozwiązania?

Współcześnie stosowane środki mechanizacji szeroko rozumianych robót wykończeniowych ukierunkowane są m.in. na coraz lepsze osiągi – tempo i zasięg pracy. I tak – współczesne pompy tynkarskie charakteryzują się zasięgiem pompowania rzędu do kil-

Cechą nowoczesnych maszyn budowlanych jest ich uniwersalność i wielozadaniowość, tj. możliwość stosowania do materiałów o różnych właściwościach fizykochemicznych.

kuset metrów (300–600 m), agregaty mogą podawać masę tynkarską na wysokość 40–60 m, a agregaty malarskie umożliwiają wykonanie do 4000 m<sup>2</sup> podczas pojedynczej zmiany roboczej.

Istotną cechą nowoczesnych maszyn budowlanych jest także ich uniwersalność i wielozadaniowość, tj. możliwość stosowania do materiałów o różnych właściwościach fizykochemicznych. Wynika to głównie z rozbudowanego asortymentu współczesnych materiałów wykończeniowych. Na przykład nowoczesne hydrodynamiczne maszyny malarskie, dzięki zastosowanym napędom, wykorzystuje się zarówno do farb o szerokim zakresie gęstości, lepkości i składzie, jak i natryskowych mas bitumicznych oraz izolacyjnych, tapet, gotowych mas szpachlowych i dekoracyjnych. Podobnie agregaty tynkarskie – mają zastosowanie zarówno do tynków o różnym uziarnieniu i składzie (akrylowe, cementowo-wapienne i in.), jak i do drobnoziarnistych mas betonowych, mokrego torcretu, mas ogniochronnych, zapraw iniekcyjnych czy klejów.

Dzięki zastosowaniu elektronicznych systemów regulacji pracy i dozowania materiałów zmechanizowane wykonywanie robót pozwala zmniejszyć zużycie materiału – przeciętnie o ok. 25–30% w stosunku do metod tradycyjnych – ręcznych.

Urządzenia projektowane są w sposób zapewniający ergonomię pracy – wykonywane z lekkich stopów, materiałów kompozytowych i wysokowytrzymałych tworzyw sztucz-

nych, pozwalają na łatwą obsługę i kontrolę przebiegu robót – dzięki np. zastosowaniu automatyki i intuicyjnych paneli sterujących z wyświetlaczami LCD. Bogaty osprzęt uzupełniający (skrzynki narzędziowe, reflektory robocze, wymienne dysze i tarcze), możliwość podłączania kilku końcówek roboczych jednocześnie (np. pistoletów malarskich) czy kompatybilność z innymi urządzeniami, np. pompami, silosami – wyróżniają nowoczesne środki mechanizacji robót. Coraz istotniejszym wyznacznikiem jakości i klasy urządzeń jest także ich przyjazność dla środowiska.

### Podsumowanie

Przedstawione w opracowaniu innowacje w technologii i mechanizacji budowania obiektów kubaturowych nie wyczerpują tej tematyki. Nowe rozwiązania napotykamy na każdym kroku. Nawet maszyny i narzędzia o tradycyjnym przeznaczeniu mają wiele udoskonaleń, są wydajniejsze, bardziej niezawodne, funkcjonalniejsze niż ich odpowiedniki z przeszłości. We wszystkie urządzenia wbudowywane są komputerowe układy sterowania, kontroli reżimu pracy, wspomaganie pracy operatora itp. Są to wszystko innowacje przekładające się na jakość i bezpieczeństwo pracy, ergonomię, trwałość i użyteczność maszyn, narzędzi i urządzeń. ■

Artykuł opracowano na podstawie materiałów z konferencji KILiW PAN i KN PZITB Krynica 2017.

Bibliografia części 2.

- [10] Materiały informacyjne firmy Xella: [www.ytong-silka.pl/pl/elementy\\_wielkowymiarewe\\_silka\\_tempo](http://www.ytong-silka.pl/pl/elementy_wielkowymiarewe_silka_tempo).
- [11] Rowiński L., Widera J.: Zmechanizowane roboty budowlane. Arkady, Warszawa 1976.
- [12] Materiały informacyjne firmy Brinkmann: [www.estrchboy.de/enu/transmix.htm](http://www.estrchboy.de/enu/transmix.htm).
- [13] Materiały informacyjne firmy Kärcher: [www.kaercher.com/pl/professional/czyszczenie-suchym-lodem.html](http://www.kaercher.com/pl/professional/czyszczenie-suchym-lodem.html).
- [14] Materiały informacyjne firmy Bautech: [www.bautech.pl/pl/oferta/maszyny-urzadzenia.html](http://www.bautech.pl/pl/oferta/maszyny-urzadzenia.html).
- [15] Materiały informacyjne firmy Maszyny Budowlane Clapa: [www.clapa.pl](http://www.clapa.pl).
- [16] Materiały informacyjne firmy Palgaz: <http://palgaz.com.pl/pl/nunc-aliquam-3/>.
- [17] Materiały informacyjne dostępne w: [www.muratorplus.pl/technika/maszyny-urzadzenia-budowlane/kombajny-posadzkowe\\_57172.html](http://www.muratorplus.pl/technika/maszyny-urzadzenia-budowlane/kombajny-posadzkowe_57172.html).

**Abstract. Technological innovations in construction.** Technology and mechanisation of works are two main areas of developments in construction. A series of articles presents the latest achievements in building technology that refer to mechanisation of works. The modernity manifests itself through innovative building machines and equipment, powerful temporary structures, intelligent diagnostic and control devices, automation and robotics involved into various construction works. The authors reviewed the most recent accomplishments of the construction industry that improve efficiency and quality of works, increase safety conditions, expand competitiveness between construction contractors and, thus, elevate building construction techniques.

**Keywords:** Innovations, building works technology, mechanisation in construction

REKLAMA

**LEXUS**  
KANCELARIA PRAWNA  
★★★★★  
pięciogwiazdkowa jakość usług



## WINDYKACJA NA KOSZT DŁUŻNIKA

-  BRAK OPŁAT WSTĘPNYCH
-  8 MILIONÓW SPRAW PRZYJĘTYCH DO OBSŁUGI
-  NAJWYŻSZE LOKATY W RANKINGACH SKUTECZNOŚCI
-  OGÓLNOPOLSKI ZASIĘG WINDYKACJI TERENOWEJ
-  WINDYKACJA NALEŻNOŚCI W BRANŻY BUDOWLANEJ

