

Przegląd wybranych maszyn przemysłowych do addytywnego wytwarzania

The review of selected industrial additive manufacturing machines

MACIEJ CADER *

Materiały z XX SKWPIE, Jurata 2016 r.
DOI: 10.17814/mechanik.2016.7.112

Przedstawiono najnowsze, wybrane maszyny produkcyjne do addytywnego wytwarzania, stosowane w przemyśle, które zostały zdemontrowane na dwóch międzynarodowych imprezach: Hannover Messe 2015 w Hanowerze oraz Formnext 2015 we Frankfurcie nad Menem.

SŁOWA KLUCZOWE: maszyny do addytywnego wytwarzania, addytywne wytwarzanie, systemy do addytywnego wytwarzania

This paper presents selected from latest the additive manufacturing production machines using in industry. Those systems have been demonstrated during two international events: HANNOVER MESSE 2015 in Hannover and Formnext 2015 in Frankfurt am Main.

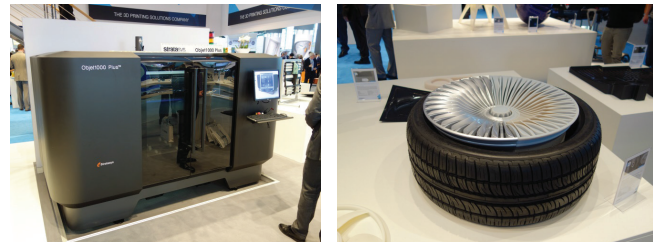
KEYWORDS: machine for additive manufacturing, additive manufacturing systems, additive manufacturing

Technologie wytwarzania przyrostowego stają się coraz powszechniej stosowanymi metodami produkcji w pełni funkcjonalnych urządzeń [1÷4]. Bardzo dużą zaletą tych technologii jest możliwość produkowania elementów o niemal dowolnym kształcie, w tym skomplikowanych części maszyn, niejednokrotnie niemożliwych do wykonania innymi metodami. To sprawia, że zastosowanie technologii addytywnych w różnych gałęziach przemysłu rośnie z roku na rok [5]. Przemysł coraz odważniej stosuje technologie addytywnego wytwarzania również w produkcji seryjnej [6]. Ten bardzo krótki przeglądowy artykuł ma na celu pokazanie trendów, które zaczęły obowiązywać w branży maszyn do addytywnego wytwarzania, oraz przykładów maszyn zgodnych z tymi trendami.

Żywe i tworzywa sztuczne

Przykładem dużej maszyny do produkcji seryjnej wykorzystywanej w przemyśle jest OBJET 1000 (rys. 1) firmy Stratasys, łącząca w sobie trzy bardzo ważne cechy: dokładność odwzorowania geometrii (600 μm dla całego modelu), dużą szybkość pracy (zależną od trybu pracy) oraz bardzo dużą komorę roboczą – 1000 x 800 x 500 mm (rys. 1) [7]. Maszyna została zaprojektowana pod kątem wspierania procesu szybkiego prototypowania w branżach: motoryzacyjnej, lotniczej i kosmicznej. Te prototypy to głównie rdzenie odlewnicze wykonane ze specjalnego materiału umożliwiającego tworzenie form produkcyjnych metodą rdzeni traconych dla np. zderzaków samochodowych.

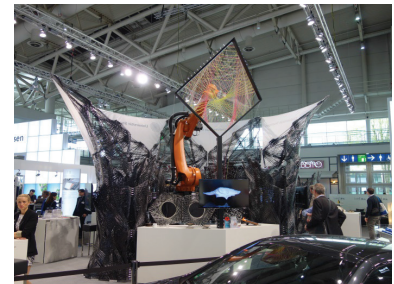
Kolejną maszyną, która zasługuje na uwagę, jest maszyna FREEFORMER (rys. 2) prezentowana przez firmę ARBURG [8]. Ta maszyna jest przykładem hybrydy trzech technologii: FDM, PolyJET MATRIX oraz technologii używanych we wtryskarkach. Maszyna posiada dwie dysze, które są zamontowane w nagrzewnicy (jak w technologii FDM). Dysze przetwarzające maszyny są połączone z dwoma niezależnymi pojemnikami na materiał, który jest wsadzany w postaci granulatu (w tym poliuretanowego). Charakterystyczną cechą tej maszyny jest możliwość łączenia dwóch materiałów w jednym



Rys. 1. Po lewej – OBJET 1000, po prawej – felga (skala 1:1) wydrukowana w jednym procesie na maszynie OBJET 1000



Rys. 2. FREEFORMER – drukarka produkcji ARBURG



Rys. 3. Maszyna do addytywnego wytwarzania dużych struktur geometrycznych z polimerów, poliuretanów i kompozytów, bazująca na manipulatorze KUKA

procesie, np. gumopodobnego i ABS-podobnego (analogicznie jak w technologii PolyJET MATRIX).

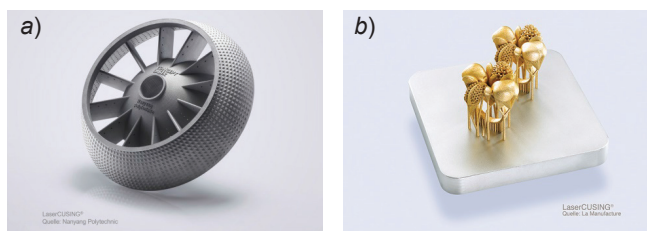
Kolejna maszyna (rys. 3) bazuje na manipulatorze przemysłowym KUKA, przez co wpisuje się w obecnie panujący trend produkcji maszyn do addytywnego wytwarzania bazujących na tego typu manipulatorach [9, 10]. Maszyna służy do budowania dużych struktur geometrycznych na potrzeby architektury miejskiej i budownictwa. Te bardzo wytrzymałe i bardzo dokładne jak na swoje wymiary struktury powstają obecnie z polimerów i poliuretanów, natomiast docelowo mają powstawać również z kompozytów. Przykłady aplikacji tego typu maszyny: altany ogrodowe, elementy architektoniczne w parkach miejskich, detale ozdobne budynków.

Spiekanie proszków metali i stopów

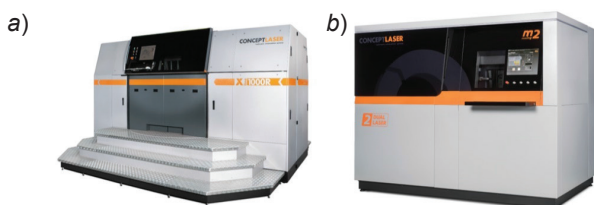
Na szczególną uwagę na rynku maszyn do addytywnego wytwarzania zasługuje firma Concept Laser GmbH, która jest niezależną firmą niemiecką i stanowi część Hofmann Innovation Group z Lichtenfels. To, co jest wyróżnikiem technologii LaserCUSING, opracowanej przez Concept Laser, to zminimalizowanie deformacji modeli po procesie wytwarzania i znaczne skrócenie czasu relaksacji modelu oraz bardzo dobra jakość powierzchni modeli surowych, tj. wyciągniętych tuż po procesie wytwarzania z komory (rys. 4). Nie bez powodu tą technologią zainteresowały się chociażby NASA [11] czy Airbus [12].

Firma podzieliła swoje produkty na grupy tematyczne, tj. na urządzenia i materiały dostosowane do następujących branż:

* Mgr inż. Maciej Cader (mcader@piap.pl) – Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów PIAP



Rys. 4. Przykładowe, surowe modele wytworzone z tytanu (a) oraz z 18-karatowego żółtego złota (b)



Rys. 5. Przykładowe, obecnie największe maszyny produkcji Concept Laser: a) Xline 2000R, b) M2 Cusing [13]

lotniczej, samochodowej, protetycznej (m.in. dentystycznej), jubilerskiej, odlewniczej.

Systemy linii X są obecnie największe na świecie i mają największą kubaturę przestrzeni roboczej: 800 x 400 x 500 mm (x, y, z) [13]. Maszyny tej klasy są przystosowane do pracy ciągłej – posiadają wbudowany system załadunku i przesiewu proszku oraz 800-litrowy zasobnik. Maszyna posiada również mechanizm obrotowy, na którym zamontowane są podstawy modelowe. Dostępne grubości warstw to 30÷150 µm, a szybkość budowania wysokości warstwy w zależności od rodzaju materiału wynosi 10÷100 cm³/h. M2 Cusing to maszyna dedykowana zarówno do seryjnej, jak i jednostkowej produkcji części. Ma możliwość obsługi laserów o mocy 200 lub 400 W w wersji pojedynczej lub podwójnej. Maszyna posiada zamknięty system transportu wewnętrznego proszku – dzięki temu po procesie proszek jest automatycznie odsiewany i przygotowywany do powtórnego użytku. Przestrzeń robocza maszyny ma wymiary: 250 x 250 x 280 mm (x, y, z), a dostępne grubości warstw to 20÷80 µm. Szybkość budowania modeli w zależności od materiałów i wysokości pojedynczej warstwy wynosi: 2÷20 cm³/h.

Rozwiązania hybrydowe

Japońska firma Matsuura wprowadziła na rynek urządzenie – hybrydę, tj. maszynę Lumex Avance-25 (rys. 6), która łączy w sobie dwie technologie: obróbkę skrawaniem oraz selektywne spiekanie proszków metali.

Proces budowania w maszynie Lumex Avance-25 (jeden cykl) składa się z czterech etapów (rys. 7).

Po zbudowaniu 10 warstw na drukarce następuje uruchomienie obróbki skrawaniem powierzchni zewnętrznych zbudowanego modelu za pomocą mikrofrezu. Technologia została wymyślona przede wszystkim pod kątem produkcji form odlewniczych z kanałami chłodzącymi ściśle dopasowanymi do geometrii ścian formy.

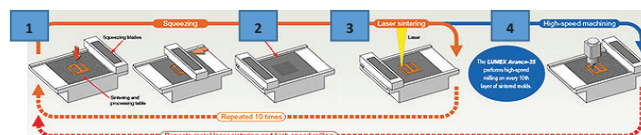
MetalFAB1 jest pierwszym zintegrowanym systemem produkcji Additive Industries (AI) (rys. 8) [15]. Poza dwiema komorami do addytywnego wytwarzania system posiada również komorę do obróbki cieplnej (relaksacji) oraz stół modelowy, umożliwiając przemieszczanie wytworzonej części wzdłuż urządzenia, a także do obróbki i mechanicznej, dlatego został zakwalifikowany jako hybryda łącząca procesy produkcyjne.

Podsumowanie

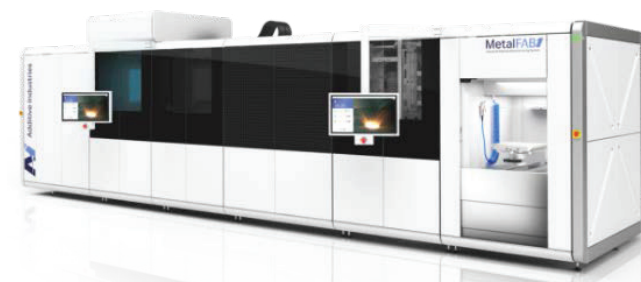
Przykłady zaprezentowane w tym bardzo krótkim artykule przeglądowym miały na celu ukazanie kierunku, w jakim zmierza przemysł maszyn do wytwarzania addytywnego.



Rys. 6. Maszyna Lumex Avance-25 produkcji Matsuura



Rys. 7. Kolejne etapy pracy maszyny hybrydowej (frezarko-drukarki 3D) [14]



Rys. 8. System produkcyjny MetalFAB1 [15]

Optymalizacja kosztów materiałów budulcowych: zastosowanie materiałów standardowych, ogólnodostępnych (np. FREEFORMER, Concept Laser).

Integracja procesów – optymalizacja czasu produkcji (np. MetalFAB1 i Lumex Avance-25).

Poprawa jakości powierzchni i dokładności geometrycznej (np. OBJET 1000, Lumex Avance-26, Concept Laser).

Tworzenie maszyn specjalizowanych dla wybranych branż (np. maszyna do addytywnego wytwarzania dużych struktur geometrycznych z polimerów, poliuretanów i kompozytów – rys. 3).

Tworzenie maszyn lub rozwiązań konstrukcyjnych mających na celu poprawę ogólnej sprawności maszyn w kontekście włączenia ich w „taśmowy” proces produkcyjny (np. maszyny Xline 2000R i M2 Cusing).

LITERATURA

1. Cader M., Budzik G., Zboński M. „Technologie wytwarzania przyrostowego w praktyce”, *Mechanik*, nr 8÷9/2013.
2. www.ipa.fraunhofer.de/en/additive_orthopedics.html.
3. www.slashgear.com/3d-printed-car-takes-2-days-to-build-40mph-top-speed-09349972.
4. www.designnews.com/document.asp?doc_id=272308.
5. www.forbes.com/sites/louiscolombus/2015/03/31/2015-roundup-of-3d-printing-market-forecasts-and-estimates/#3d3f8c821dc6.
6. www.javelin-tech.com/3d-printer/industry.
7. www.stratasys.com/3d-printers/production-series/objet1000-plus.
8. www.arburg.com/us/us/products-and-services/additive-manufacturing/freeformer-system.
9. www.trueactivist.com/worlds-first-3d-printed-bridge-brings-new-age-of-architecture.
10. www.designboom.com/technology/metal-3d-printer-by-joris-laarman-lab-creates-gravity-defying-sculptures-02-21-2014.
11. www.nasa.gov/exploration/systems/sls/selective_melting.html.
12. additivemanufacturing.com/2014/10/30/concept-laser-gmbh-a-world-first-additively-manufactured-titanium-components-now-onboard-the-airbus-a350-xwb.
13. www.concept-laser.de/en/industry/automotive/machines.html.
14. www.lumex-matsuura.com/english.
15. additiveindustries.com/Industrial-am-systems/MetalFab1.