

Jak druk 3D z metalu zmienia myślenie o produkcji i jego wytwarzaniu

Alicja Jurago, Piotr Jędrzejewski

Technologia przyrostowa jako metoda wytwarzania w Przemysle 5.0

Druk 3D znany jest pod wieloma nazwami: wytwarzanie przyrostowe, produkcja addytywna, druk przestrzenny, czy AM. Stanowi on jedno z najważniejszych osiągnięć współczesnej inżynierii i produkcji. Pierwsze techniki wytwarzania przyrostowego zostały opublikowane już w latach 80. ubiegłego wieku i służyły głównie do szybkiego prototypowania, znacznie ułatwiając pracę inżynierów podczas projektowania. Natomiast dzięki rozwojowi w ostatniej dekadzie, przez rozwijanie nowych technologii i wykorzystywanie coraz lepszych materiałów, druk 3D zaczął być realną alternatywą do wytwarzania produktów końcowych, w wielu przypadkach przejmując dotychczasowe linie produkcyjne w fabrykach. Ciągły rozwój i popularyzacja technologii przyrostowych zmieniają sposób myślenia o wytwarzaniu przedmiotów, tworząc zupełnie nowe możliwości projektowe oraz logistyczne. Teraz staje się możliwe tworzenie obiektów o skomplikowanej geometrii, których nie dałoby się wykonać tradycyjnymi metodami, np. frezowaniem czy odlewaniem.

Najbardziej znane technologie przyrostowe to:

- osadzanie kolejnych warstw stopionego tworzywa termoplastycznego (FDM),
- stereolitografia (SLA), gdzie obiekt jest tworzony poprzez selektywne utwardzanie żywicy fotonopolimerowej, warstwa po warstwie, za pomocą wiązki lasera ultrafioletowego (UV),
- selektywne przetapianie polimerowego lub metalowego proszku z wykorzystaniem wiązki lasera, kierowanej optycznym systemem (PBF).

Znaczenie technologii przyrostowej w przemyśle jest trudne do przecenienia. Umożliwia ona nie tylko szybsze prototypowanie, ale także wytwarzanie krótkich serii produktów, personalizację na masową skalę, czy optymalizację materiałową. Przemysł lotniczy, medyczny, motoryzacyjny i kosmiczny to jedynie kilka z sektorów, które już czerpią korzyści z tego innowacyjnego podejścia. Druk 3D przyczynia się również do zrównoważonego rozwoju, redukując odpady produkcyjne oraz zmniejszając konieczność transportu komponentów. W obliczu rosnącej potrzeby efektywności i elastyczności, technologia przyrostowa jawi się jako kluczowy element przyszłości przemysłu.

Co to jest DMLS?

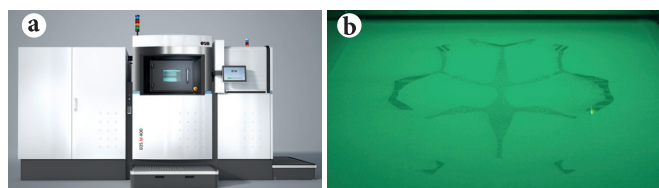
DMLS (Direct Metal Laser Sintering) to zaawansowana technologia druku 3D, która umożliwia tworzenie komponentów poprzez selektywne przetapianie metalowego proszku za pomocą wiązki lasera kierowanej systemem optycznym. DMLS jest jedną z kategorii druku w technologii PBF.

Korzyści DMLS nad innymi metodami AM:

1. **Precyzja:** duża dokładność wymiarowa i jakość powierzchni przy wysokich parametrach wytrzymałościowych.
2. **Różnorodność materiałów:** szeroki wybór zaawansowanych proszków metalicznych, w tym: aluminium, stal, stal nierdzewna, tytan, stopy niklu, miedzi i inne.
3. **Kontrola procesu:** zintegrowany system produkcji: od projektowania, przez drukowanie, po kompletny post-processing.
4. **Duże pole pracy:** możliwość wykorzystania pola roboczego do wydrukowania dużego obiektu lub wielu małych w jednym procesie.

Właściwości produktów, które powstały z wykorzystaniem technologii DMLS

Duża objętość komory roboczej maszyny drukującej w technologii DMLS, umożliwia wydruk wielkogabarytowych modeli lub serii mniejszych produktów w jednym cyklu druku.



Zdj. 1. a) Maszyna do druku EOS M400 (objętość komory roboczej 400×400×400 mm), b) widok procesu druku

Wykorzystanie materiałów o wysokiej wytrzymałości pozwala na zastosowanie drukowanych elementów nawet do takich konstrukcji, które przenoszą duże obciążenia.

Wytrzymałość wyprodukowanych części jest porównywalna lub nawet wyższa od tych wytworzonych tradycyjnymi metodami (np. odlewaniem, CNC), przy jednoczesnej redukcji masy, dzięki optymalizacji objętościowej.

Materiał	Granica plastyczności	Twardość	Wydłużenie
Stop aluminium AlSi10Mg	240 MPa	119 HBW	9%
Stal nierdzewna 316L	490 MPa	65 HRB	45%
Stal narzędziowa	2000 MPa	35 HRC	4%

Jakie korzyści wnosi druk 3D z metalu?

1. Indywidualne podejście

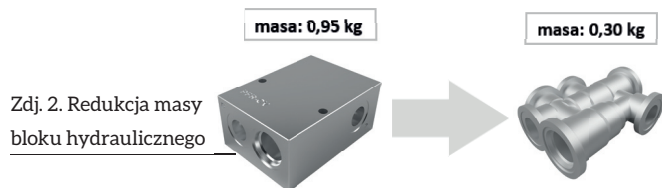
Koszty produkcji jednostkowych produktów, ich kolejnych wersji i małych serii mogą być znacznie obniżone.

2. Innowacyjne geometrie

Dzięki temu, że produkcja ma charakter warstwowy, można wykonywać unikalne kształty, które byłyby trudne lub niemożliwe do wykonania tradycyjnymi metodami obróbki metali.

3. Redukcja masy

Specjalne strategie projektowania pozwalają na uzyskanie produktu o znacznie pomniejszonej masie bez utraty parametrów wytrzymałościowych. Bardzo prostym przykładem jest obniżenie o 70% masy bloku hydraulicznego, który w standardzie wykonywany jest przez frezowanie otworów z litego kęsa aluminium. Dzięki drukowaniu 3D ze stopu AlSi10Mg, jego masa została obniżona z 0,93 kg do zaledwie 0,30 kg (zdj. 2).



Zdj. 2. Redukcja masy bloku hydraulicznego

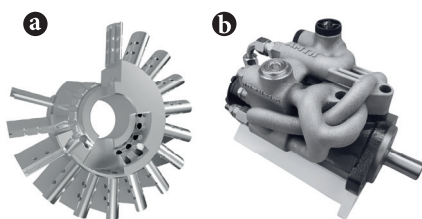
4. Szybkość wytwarzania

Ponieważ cały proces produkcji odbywa się w jednym miejscu, finalny produkt może zostać przygotowany nawet w kilka dni od przekazania projektu. Zamienianie kilku podwykonawców na jednego skraca łańcuch dostaw, a wybranie polskiego producenta dodatkowo zwiększa niezależność od zagranicznych firm.

5. Optymalizacja projektu

Brak standardowych ograniczeń produkcyjnych pozwala na projektowanie elementów o bardziej optymalnych parametrach. Na przykład, w hydraulice siłowej kanały przepływu cieczy mogą zostać zaprojektowane jako gładkie przejścia i łukowe połączenia, zamiast standardowych łączów pod kątem 90 stopni, narzuconym przez frezowanie i wiercenie. Jednocześnie nie ma potrzeby na tworzenie kanałów technologicznych (zdj. 3).

Zdj. 3. a) Przekrój turbiny z wbudowanymi kanałami chłodzącymi (render), b) blok hydrauliczny nabudowany na silniku



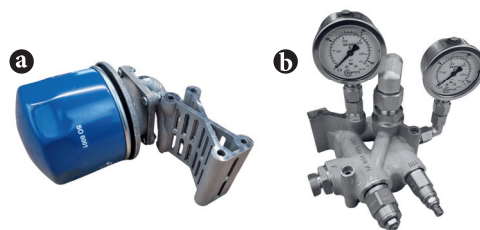
6. Ekologia

Przy standardowej produkcji ubytkowej nie do uniknięcia są często bardzo duże ilości odpadów powstałych przy skrawaniu lub toczeniu wsadowego kęsa materiału. Im bardziej skomplikowana geometria, tym więcej kroków obróbki i więcej odpadów. Technologia DMLS wykorzystuje tylko tyle materiału, ile jest potrzebne do wyprodukowania danego elementu, a niewykorzystany proszek metaliczny można uzdatnić do ponownego użytku tworząc zamknięty obieg. Ilość odpadów metalowych jest znacznie mniejsza i zazwyczaj nie zależy od stopnia skomplikowania projektu.

Swoboda projektowania

Druk 3D z metalu umożliwia tworzenie złożonych geometrii, które są trudne lub wręcz niewykonalne przy użyciu

Zdj. 4. a) Blok przyłączeniowy do filtra, b) zawór odciążający pompy



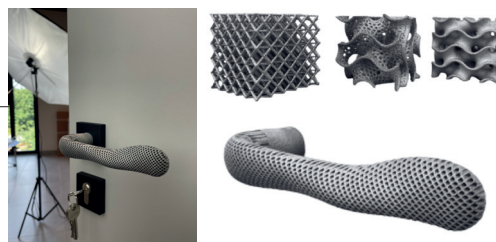
Zdj. 5. Łączniki profili okiennych firmy Lithium Designers



Zdj. 6. Dron



Zdj. 7. Ażurowa klamka



tradycyjnych metod wytwarzania. Dzięki temu projektanci zyskują znacznie większą elastyczność w opracowywaniu nowatorskich rozwiązań. Integracja wielu elementów w jedną spójną strukturę pozwala ograniczyć liczbę połączeń, co przekłada się na większą niezawodność i uproszczenie procesów montażowych.

Dodatkowo technologia ta umożliwia optymalizację kształtu i parametrów funkcjonalnych komponentów, a także realizację unikalnych, nietypowych projektów o wyjątkowym designie. To właśnie te cechy sprawiają, że druk 3D z metalu staje się kluczowym narzędziem dla nowoczesnych gałęzi przemysłu.

Przykłady zastosowań druku 3D w różnych branżach

- **hydraulika siłowa** (zdj. 4);
- **architektura / branża budowlana** – węzły elewacyjne, do łączenia profili okiennych pod nieregularnymi kątami, pozwalają uzyskać efektowne geometrie, inspirowane naturą (zdj. 5);
- **elektronika – konstrukcja nośna drona** (zdj. 6);
- **design – klamki i inne elementy dekoracyjne** (zdj. 7).