

2   
prof. dr hab. inż. Stanisław Cudziło

Nazwa przedmiotu: Technologie przyrostowe elementów maszyn  
Nazwa w jęz. angielskim: Additive manufacturing of machine elements

Kod przedmiotu: WTCNTCSM-TPEM

Dane dotyczące przedmiotu:  
Jednostka oferująca przedmiot: Wydział Nowych Technologii i Chemii  
Przedmiot dla jednostki: Wydział Nowych Technologii i Chemii  
Obowiązuje od naboru: październik 2016

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Domyślny typ protokołu dla przedmiotu:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Zaliczenie na ocenę                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Język wykładowy:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| polski                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Skrócony opis:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Wykłady obejmują genezę, rozwój i charakterystykę najnowszych rozwiązań technologicznych z obszaru technik przyrostowych z elementami charakterystyki materiałów wytwarzanych/przetwarzanych ww. metodami. Ćwiczenia laboratoryjne polegają na praktycznym wykorzystaniu wiadomości przekazanych podczas wykładów do zrealizowania i oceny efektów procesów: wytwarzania prototypu wybraną metodą RP (Rapid Prototyping), współbieżnego wytwarzania struktury i geometrii gotowego elementu z wykorzystaniem techniki RM (Rapid Manufacturing) oraz odtworzenia właściwości użytkowych (regeneracji) uszkodzonych/zużytych części maszyn.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Opis:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Geneza, podstawowe zasady i terminologia obowiązująca w obszarze technik przyrostowych.</li> <li>2. Rozwój metod przyrostowych i technologii z nimi skojarzonych.</li> <li>3. Ogólny zarys procesu wytwarzania elementów z wykorzystaniem technologii przyrostowych.</li> <li>4. Szybkie wywarzanie modeli (Rapid Prototyping) metodą druku przestrzennego, laminacji i fotopolimeryzacji.</li> <li>5. Techniki szybkiego wytwarzania gotowych wyrobów (Rapid Manufacturing) w złożu proszkowym.</li> <li>6. Technologie przyrostowe typu Direct Deposition wykorzystywane w regeneracji i wytwarzaniu elementów części maszyn.</li> </ol> <p>Tematyka zajęć laboratoryjnych:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wytwarzanie modeli metodą druku przestrzennego z elementami inżynierii odwrotnej (4 godz.).</li> <li>2. Podstawy programowania systemu LENS-CAD (Laser Engineered Net Shaping- Computer Aided Design) (4 godz.).</li> <li>3. Laserowa modyfikacja warstwy wierzchniej wybranych materiałów konstrukcyjnych i funkcjonalnych (4 godz.).</li> <li>4. Podstawy programowania systemu LENS-CAM (Laser Engineered Net Shaping- Computer Aided Manufacturing), generowanie kodów NC (2 godz.).</li> <li>5. Przygotowanie i analiza podstawowych właściwości proszków wykorzystywanych w laserowych technikach przyrostowych (2 godz.).</li> <li>6. Analiza struktury, właściwości i geometrii elementów wytwarzanych metodą selektywnego przetapiania laserowego SLM (Selective Laser Melting) (4 godz.).</li> <li>7. Wytwarzanie, struktura i właściwości wielofunkcyjnych materiałów gradientowych (4 godz.).</li> <li>8. Regeneracja wybranych części maszyn laserową techniką przyrostową z wykorzystaniem modułu DMDRS (Directed Material Deposition Repair System) (4 godz.).</li> <li>9. Wpływ parametrów wytwarzania materiałów techniką LENS na strukturę i geometrię warstwy wierzchniej (2 godz.).</li> </ol> |
| <b>Literatura:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. I. Gibson, D.V. Rosen, B. Stucker, Additive Manufacturing Technologies: Rapid Prototyping to Direct Digital Manufacturing, Springer, 2010,</li> <li>2. R. I. Noorani, Rapid Prototyping: Principles and Applications, John Wiley &amp; Sons, USA, 2006,</li> <li>3. D. Keicher, R. Grylls, Laser Engineering Net Shaping Phase II, Optomec Albuquerque 2007.</li> <li>4. N. Hopkinson, R. Hague, Rapid Manufacturing: An Industrial Revolution for the Digital Age, John Wiley &amp; Sons, USA, 2006,</li> <li>5. A. Gebhardt, Understanding Additive Manufacturing: Rapid Prototyping, Rapid Tooling, Rapid Manufacturing, Hanser Publications, 2012.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Efekty kształcenia:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p>W1 Poznał systemy komputerowego wspomagania projektowania i wytwarzania elementów części maszyn wykorzystywanych w technikach przyrostowych. K_W08, K_W21</p> <p>W2 Ma wiedzę w zakresie innowacyjnych/zaawansowanych technik wytwarzania modeli, półfabrykatów i gotowych wyrobów z materiałów polimerowych, metalowych, ceramicznych i kompozytowych, w tym również otrzymywania elementów o strukturze gradientowej. Jest zapoznany z maszynowym programowaniem systemu do laserowego kształtowania przyrostowego. K_W05, K_W10</p> <p>W3 Ma wiedzę na temat trendów w zakresie rozwoju materiałów i technologii materiałowych oraz na temat postępu w dyscyplinach nauki i techniki, będących odbiorcą innowacji materiałowo-technologicznych, w tym z obszaru technik przyrostowych. K_W23</p> <p>U1 Potrafi zaprojektować i zrealizować proces technologiczny modelu, półfabrykatu, gotowego elementu wybraną techniką przyrostową, oraz dokonać oceny jakości metalurgicznej i geometrycznej otrzymanego detalu. K_U11, K_U16</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

U2 Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, również w języku angielskim. K\_U03

K1 Podejmuje starania, aby uzyskane wyniki przedstawić w jasny i powszechnie zrozumiały sposób, formułując jednocześnie właściwe wnioski końcowe. K\_K01, K\_K02

K2 Ma świadomość dynamicznego rozwoju technologii przyrostowych i ich roli we współczesnym przemyśle. K\_K07

#### Metody i kryteria oceniania:

Przedmiot kończy się zaliczeniem pisemnym.

**Laboratorium** – zaliczenie ćwiczenia wymaga uzyskania pozytywnej oceny ze sprawdzianu przed rozpoczęciem ćwiczenia, wykonania ćwiczenia i oddania pisemnego sprawozdania z ćwiczenia.

**Zaliczenie przedmiotu** wymaga uzyskania pozytywnych ocen ze wszystkich ćwiczeń laboratoryjnych oraz uzyskania minimum 5,1 pkt. na 10 możliwych, z dwóch kolokwii zawierających pytania otwarte.

**Osiągnięcie efektów** W2, W3, U2 i K1 weryfikowane jest podczas kolokwii, natomiast efekty W1, W2, W3, U1 i K1 sprawdzane są w trakcie realizacji ćwiczeń laboratoryjnych.

- ocena 2 – poniżej 50% poprawnych odpowiedzi;
- ocena 3 – 50 ÷ 60% poprawnych odpowiedzi;
- ocena 3,5 – 61 ÷ 70% poprawnych odpowiedzi;
- ocena 4 – 71 ÷ 80% poprawnych odpowiedzi;
- ocena 4,5 – 81 ÷ 90% poprawnych odpowiedzi;
- ocena 5 – powyżej 91% poprawnych odpowiedzi.

Ocenę **bardzo dobrą** otrzymuje student, który posiadał wiedzę, umiejętności i kompetencje przewidziane efektami kształcenia, a ponadto wykazuje ponadprzeciętne zainteresowanie przedmiotem, w sposób twórczy podchodzi do powierzonych mu zadań i wykazuje się samodzielnością w zdobywaniu wiedzy oraz systematycznością w pracy.

Ocenę **dobrą** otrzymuje student, który posiadał wiedzę i umiejętności przewidziane programem nauczania w stopniu dobrym. Potrafi rozwiązywać problemy o średnim stopniu trudności.

Ocenę **dostateczną** otrzymuje student, który posiadał wiedzę i umiejętności przewidziane programem nauczania w stopniu dostatecznym. Samodzielnie rozwiązuje problemy o niskim stopniu trudności. W jego wiedzy i umiejętnościach zauważalne są luki, które potrafi jednak uzupełnić pod kierunkiem nauczyciela.

Ocenę **niedostateczną** otrzymuje student, który nie posiadał wiedzy, umiejętności i kompetencji w zakresie koniecznych wymagań. Na końcową ocenę składają się oceny z dwóch kolokwii, ocena z ćwiczeń laboratoryjnych oraz zaangażowanie i sposób podejścia studenta do nauki.

#### Praktyki zawodowe:

brak

#### Forma studiów

stacjonarne

#### Rodzaj studiów

II stopnia

#### Rodzaj przedmiotu

obowiązkowy

#### Przedmioty wprowadzające

- **Strukturalne uwarunkowania właściwości materiałów 2:** znajomość wpływu warunków krystalizacji na strukturę materiałów inżynierskich, znajomość relacji pomiędzy strukturą a właściwościami fizyko-mechanicznymi stopów z różnych układów równowagi.

#### Programy

semestr studiów II

kierunek: inżynieria materiałowa

specjalność: nowe materiały i technologie

#### Forma zajęć liczba godzin/rygor

| semestr | x- egzamin, + zaliczenie, # projekt |         |           |             |         |            | ECTS |
|---------|-------------------------------------|---------|-----------|-------------|---------|------------|------|
|         | razem                               | wykłady | ćwiczenia | laboratoria | projekt | seminarium |      |
| II      | 46                                  | 16 / +  |           | 30 / +      |         |            | 3    |
|         |                                     |         |           |             |         |            |      |

#### Autor

dr inż. Tomasz DUREJKO

#### Bilans ECTS

| Lp. | Aktywność                                     | Obciążenie w godz. |
|-----|-----------------------------------------------|--------------------|
| 1   | Udział w wykładach                            | 16                 |
| 2   | Samodzielne studiowanie tematyki wykładów     | 16                 |
| 3   | Udział w ćwiczeniach                          |                    |
| 4   | Samodzielne przygotowanie się do ćwiczeń      |                    |
| 5   | Udział w laboratoriach                        | 30                 |
| 6   | Samodzielne przygotowanie się do laboratoriów | 30                 |

|                                                        |                                             |              |             |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------|-------------|
| 7                                                      | Udział w seminariach                        |              |             |
| 8                                                      | Samodzielne przygotowanie się do seminariów |              |             |
| 9                                                      | Realizacja projektu                         |              |             |
| 10                                                     | Udział w konsultacjach                      | 7            |             |
| 11                                                     | Przygotowanie do zaliczenia                 | 9            |             |
| 12                                                     | Przygotowanie do egzaminu                   |              |             |
| 13                                                     | Udział w egzaminie                          |              |             |
|                                                        |                                             | <b>Godz.</b> | <b>ECTS</b> |
| Sumaryczne obciążenie pracą studenta                   |                                             | 138          | 3           |
| Zajęcia z udziałem nauczycieli: 1+3+5+7+9+10+13        |                                             | 53           | 1           |
| Zajęcia o charakterze praktycznym: 5+6+9               |                                             | 60           | 1           |
| Zajęcia powiązane z działalnością naukową: 1+2+3+4+7+8 |                                             | 32           | 0,5         |

AUTOR  
KARTY INFORMACYJNEJ

  
dr inż. Tomasz Durejko

KIEROWNIK JEDNOSTKI ORGANIZACYJNEJ  
ODPOWIEDZIALNEJ ZA PRZEDMIOT

  
dr hab. inż. Tomasz CZUJKO, prof. WAT