



## IV. Opis programu studiów

### 3. KARTA PRZEDMIOTU

|                                      |                              |
|--------------------------------------|------------------------------|
| Kod przedmiotu                       | <b>M#1-N2-MiBM-IMMiS-210</b> |
| Nazwa przedmiotu                     | <b>Metalurgia spawania</b>   |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim | <b>Welding metallurgy</b>    |
| Obowiązuje od roku akademickiego     | <b>2020/2021</b>             |

#### USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

|                                  |                                                           |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Kierunek studiów                 | <b>MECHANIKA I BUDOWA MASZYN</b>                          |
| Poziom kształcenia               | <b>II stopień</b>                                         |
| Profil studiów                   | <b>ogólnoakademicki</b>                                   |
| Forma i tryb prowadzenia studiów | <b>studia niestacjonarne</b>                              |
| Zakres                           | <b>inżynieria materiałów metalowych i spawalnictwo</b>    |
| Jednostka prowadząca przedmiot   | <b>Katedra Metaloznawstwa i Technologii Materiałowych</b> |
| Koordynator przedmiotu           | <b>Dr inż. Kazimierz Bolanowski</b>                       |
| Zatwierdził                      |                                                           |

#### OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

|                                               |                                                                                                     |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Przynależność do grupy/bloku przedmiotów      | <b>przedmiot specjalnościowy</b>                                                                    |
| Status przedmiotu                             | <b>obowiązkowy</b>                                                                                  |
| Język prowadzenia zajęć                       | polski                                                                                              |
| Usytuowanie modułu w planie studiów - semestr | <b>semestr 2</b>                                                                                    |
| Wymagania wstępne                             | <b>Fizyka I chemia w zakresie szkoły średniej, Metaloznawstwo w zakresie studiów MiBM I stopnia</b> |
| Egzamin (TAK/NIE)                             | TAK                                                                                                 |
| Liczba punktów ECTS                           | <b>2</b>                                                                                            |

| Forma prowadzenia zajęć   | wykład    | ćwiczenia | laboratorium | projekt | seminarium |
|---------------------------|-----------|-----------|--------------|---------|------------|
| Liczba godzin w semestrze | <b>15</b> |           | <b>9</b>     |         |            |

## EFEKTY UCZENIA SIĘ

| Kategoria             | Symbol efektu | Efekty kształcenia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Odniesienie do efektów kierunkowych |
|-----------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Wiedza                | W01           | Ma pogłębioną i uporządkowaną wiedzę w zakresie fizyki, obejmującą mechanikę, kinematykę procesów krystalizacji, w szczególności wiedzę niezbędną do zrozumienia zjawisk fizycznych występujących we wszelkiego typu złączach spawanych w układach mechanicznych, w tym w systemach umożliwiających kształtowanie i obróbkę różnego rodzaju materiałów                                      | MiBM2_W02                           |
|                       | W02           | Ma pogłębioną i podpartą teoretycznie wiedzę na temat rozwiązań technicznych stosowanych w różnorodnych obszarach mechaniki i budowie maszyn, bezpieczeństwa                                                                                                                                                                                                                                | MiBM2_W06                           |
|                       | W03           | Ma szczegółową i pogłębioną wiedzę na temat technik wytwarzania części maszyn, w tym technik ubytkowych, bezubytkowych, metod spajania materiałów uwzględniając przy tym technologie przyrostowe, laserowe, zagadnienia szybkiego prototypowania, posiada także uporządkowaną i pogłębioną wiedzę na temat budowy różnego rodzaju systemów służących do obróbki i kształtowania materiałów. | MiBM2_W07                           |
| Umiejętności          | U01           | Potrafi sprawnie pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł w różnych językach, dotyczące mechaniki i budowy maszyn; potrafi łączyć uzyskane informacje, dokonywać pogłębionej analizy i interpretacji, wyciągać wnioski, formułować i uzasadniać opinie.                                                                                                               | MiBM2_U03                           |
|                       | U02           | Potrafi sprawnie opracowywać dokumentację dotyczącą realizacji złożonych zadań inżynierskich z zakresu mechaniki i budowy maszyn, w tym z zakresu spawalnictwa, przygotować tekst zawierający omówienie wyników realizacji tego zadania.                                                                                                                                                    | MiBM2_U04                           |
| Kompetencje społeczne | K01           | Rozumie znaczenie i zna możliwości ciągłego doskonalenia (studia III stopnia, studia podyplomowe, kursy), co prowadzi do podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych.                                                                                                                                                                                                      | MiBM2_K01                           |
|                       | K02           | Ma świadomość znaczenia i rozumie powiązania pomiędzy działalnością inżynierską a pozatechniczną, w aspekcie skutków oddziaływania na środowisko i odpowiedzialności za podejmowane decyzje.                                                                                                                                                                                                | MiBM2_K02                           |

## TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć* | Treści programowe                                                                                            |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| wykład       | 1. Źródła ciepła stosowane w technologii spawania, łuk elektryczny jako najpowszechniejsze źródło ciepła,    |
|              | 2. zjawiska fizyczne i chemiczne towarzyszące procesowi spawania łukowego z zastosowaniem elektrody topliwej |
|              | 3. Powstawanie jeziorka metalu, zjawiska fizyczne i chemiczne zachodzące w jeziorku metalu                   |

|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|              | <p>4-7. Zjawiska zachodzące przy tworzeniu spoiny – zarodkowanie kryształów<br/> Zjawiska zachodzące przy tworzeniu spoiny, c.d. – wzrost kryształów jako proces w skali atomowej<br/> Zjawiska zachodzące podczas tworzenia się spoiny, cd.. –segregacja składnika, front krystalizacji<br/> Zjawiska zachodzące przy tworzeniu spoiny c.d. – krystalizacja komórkowa i dendrytyczna<br/> Zjawiska zachodzące przy tworzeniu spoiny c.d. – krystalizacja eutektyk i perytektok, krystalizacja szybka</p> |
|              | <p>8-11. Zjawiska towarzyszące procesowi spawaniu, zachodzące w strefie wpływu ciepła – hartowanie, normalizowanie w przypadku spawania stopów żelaza<br/> Zjawiska towarzyszące procesowi spawaniu, zachodzące w strefie wpływu ciepła, Rozrost ziarna w swc i jego skutki z punktu widzenia eksploatacji konstrukcji spawanych</p>                                                                                                                                                                      |
|              | 12. Obróbka cieplna złączy spawanych. Materiały dodatkowe stosowane w spawalnictwie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|              | 13. Przegląd grup materiałowych materiałów podstawowych                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| laboratorium | 1. BHP w laboratoriach . przegląd zagrożeń. Mikrostruktura i właściwości mechaniczne złączy spawanych wykonanych metodą spawania gazowego – badania twardości metodą Vickersa, badania mikroskopowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|              | 2. Mikrostruktura i właściwości mechaniczne złączy spawanych materiałów stalowych stosowanych dla energetyki, wykonanych metodami łukowymi (MIG/MAG, TIG). Pomiary twardości ( HPO-10), badania mikroskopowe.                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|              | 3. Badania mikrostruktury i właściwości mechanicznych złączy spawanych wykonanych przy użyciu wiązki lasera                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|              | 4. Właściwości mechaniczne i mikrostruktura napoin o dużej twardości, odpornych na ścieranie (np wykonanych elektrodą otuloną EN-600B i/lub EN-450B. Badania twardości (HPO-10), badania mikroskopowe.                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|              | 5. Skutki spawania (napawania) żeliw o osnowie perlitycznej, perlityczno ferrytycznej i ferrytycznej. Badania mikro i makroskopowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|              | 6-7. Mikrostruktura i właściwości mechaniczne spoin i napoin wykonanych przy użyciu wysokostopowych (Cr-Ni) materiałów dodatkowych – badania mikroskopowe na mikroskopach optycznych                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|              | 8. Wpływ wyżarzania złączy spawanych na ich właściwości mechaniczne i technologiczne – próba statyczna rozciągania, próba zginania.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

\*) zostawić tylko realizowane formy zajęć

## METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

| Symbol efektu | Metody sprawdzania efektów kształcenia (zaznaczyć X) |                 |           |         |              |      |
|---------------|------------------------------------------------------|-----------------|-----------|---------|--------------|------|
|               | Egzamin ustny                                        | Egzamin pisemny | Kolokwium | Projekt | Sprawozdanie | Inne |
| W01           |                                                      | X               | X         |         |              |      |
| W02           |                                                      | X               | X         |         |              |      |
| W03           |                                                      | X               | X         |         |              |      |
| U01           |                                                      |                 | X         |         | X            |      |
| U02           |                                                      |                 | X         |         | X            |      |
| K01           |                                                      |                 |           |         |              | X    |
| K02           |                                                      |                 |           |         |              | X    |

## FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

| Forma zajęć* | Forma zaliczenia | Warunki zaliczenia |
|--------------|------------------|--------------------|
|--------------|------------------|--------------------|

|              |                    |                                                                                                                                                                            |
|--------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| wykład       | <b>egzamin</b>     | Dopuszczenie do egzaminu po uzyskaniu co najmniej 50% punktów z co najmniej dwóch kolokwium w trakcie wykładów oraz uzyskanie co najmniej 50% punktów z egzaminu           |
| laboratorium | zaliczenie z oceną | Uzyskanie co najmniej 50% punktów z co najmniej dwóch kolokwium w trakcie ćwiczeń laboratoryjnych oraz akceptacja kompletu sprawozdań z wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych |

\*) zostawić tylko realizowane formy zajęć

## NAKŁAD PRACY STUDENTA

| Bilans punktów ECTS |                                                                                                        |                     |   |   |   |   |           |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---|---|---|---|-----------|
| Lp.                 | Rodzaj aktywności                                                                                      | Obciążenie studenta |   |   |   |   | Jednostka |
|                     |                                                                                                        | W                   | C | L | P | S |           |
| 1.                  | Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów                                                            | 15                  |   | 9 |   |   | h         |
| 2.                  | Inne (konsultacje, egzamin)                                                                            | 4                   |   | 2 |   |   | h         |
| 3.                  | <b>Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>                                       | 30                  |   |   |   |   | h         |
| 4.                  | <b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b> | 1,2                 |   |   |   |   | ECTS      |
| 5.                  | <b>Liczba godzin samodzielnej pracy studenta</b>                                                       | 20                  |   |   |   |   | h         |
| 6.                  | <b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy</b>                         | 0,8                 |   |   |   |   | ECTS      |
| 7.                  | <b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b>                                     | 19                  |   |   |   |   | h         |
| 8.                  | <b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym</b>            | 0,8                 |   |   |   |   | ECTS      |
| 9.                  | <b>Sumaryczne obciążenie pracą studenta</b>                                                            | 50                  |   |   |   |   | h         |
| 10.                 | <b>Punkty ECTS za moduł</b><br><i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>                       | 2                   |   |   |   |   |           |

## LITERATURA

1. Tasak E.: Metalurgia spawania. Wydawnictwo „JAK” Andrzej Choczewski, Kraków 2008
2. Klimpel A.: Spawanie, zgrzewanie i cięcie metali. Technologie. PWN Warszawa 1999r.
3. Butnicki St.: Spawalność i kruchość stali. WNT Warszawa 1979r.
4. Brozda J., Pilarczyk J., Zeman M.: Spawalnicze wykresy przemian austenitu CTPc-S. Wydawnictwo „ŚLĄSK” Katowice 1983
5. Castro R., Cadenet J.J.: Metalurgia spawania stali odpornych na korozję i żarowytrzymałych. WNT Warszawa 1973r.
6. Inżynieria metali i ich stopów. Redakcja Stanisław J. Skrzypek, Karol Przybyłowicz. Wydawnictwa AGH, Kraków, 2012;
7. Przybyłowicz K.: Nowoczesne Metaloznawstwo. Wydawnictwo Naukowe AKAPIT, Kraków, 2012;
8. Blicharski M.: Wstęp do inżynierii materiałowej. Wydanie trzecie zmienione. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2006;
9. Blicharski M.: Inżynieria materiałowa – stal. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2004;
10. Przybyłowicz K.: Inżynieria stopów żelaza. Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce, 2008;

11. Błażewski S., Mikoszewski J.: Pomiary twardości metali. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1981;
12. Przegląd spawalnictwa. Wybrane artykuły;
13. Wybrane normy PN-EN