

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu zajęć:	Fizyczne metody wzbogacania				
Rok akademicki:	2019/2020	Kod:	GIGR-2-111-PS-s	Punkty ECTS:	4
Wydział:	Górnictwa i Geoinżynierii				
Kierunek:	Inżynieria Górnicza	Specjalność:	Przeróbka surowców mineralnych		
Poziom studiów:	Studia II stopnia	Forma studiów:	Stacjonarne		
Język wykładowy:	Polski	Profil:	Ogólnoakademicki (A)	Semestr:	1
Strona www:	—				
Prowadzący moduł:	dr inż. Krawczykowski Damian (dkrawcz@agh.edu.pl)				

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

Moduł pozwala opanować wiedzę z zakresu metod wzbogacania wykorzystujących fizyczne cechy surowców, pozyskać umiejętność oceny ich wzbogalności oraz doboru maszyn i urządzeń do specyfiki surowców.

Opis efektów uczenia się dla modułu zajęć

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Powiązania z KEU	Sposób weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w ramach poszczególnych form zajęć i dla całego modułu zajęć
Wiedza: zna i rozumie			
M_W001	Zna fizyczne metody wzbogacania surowców mineralnych	IGR2A_W02, IGR2A_W01	Egzamin, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_W002	Zna maszyny i urządzenia stosowane do fizycznego wzbogacania surowców mineralnych	IGR2A_W02	Egzamin, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_W003	Zna właściwości fizyczne surowców mineralnych wykorzystywane jako argument rozdziału (wzbogacania)	IGR2A_W02, IGR2A_W01	Egzamin, Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
Umiejętności: potrafi			
M_U001	Umie ocenić fizyczne procesy wzbogacania surowców mineralnych przy użyciu wskaźników oceny	IGR2A_U05, IGR2A_U06	Egzamin, Kolokwium, Sprawozdanie

M_U002	Potrafi zbadać podstawowe właściwości fizyczne surowców, istotne z punktu widzenia efektów ich wzbogacania	IGR2A_U05	Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_U003	Umie dokonać oceny wzbogalności poszczególnych surowców mineralnych	IGR2A_U04, IGR2A_U05	Egzamin, Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_U004	Potrafi interpretować wyniki badań laboratoryjnych,	IGR2A_U06	Kolokwium, Sprawozdanie
M_U005	Potrafi dobrać fizyczne metody wzbogacania do określonego surowca	IGR2A_U04, IGR2A_U05	Egzamin, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_U006	Umie obliczać rozkłady pól w separatorach magnetycznych oraz oddziaływać pomiędzy ziarnami i ich wpływ na wyniki separacji	IGR2A_U04, IGR2A_U05	Egzamin, Kolokwium
Kompetencje społeczne: jest gotów do			
M_K001	Ma świadomość konieczności wzbogacania surowców mineralnych w kontekście racjonalnej gospodarki zasobami naturalnymi	IGR2A_K01, IGR2A_K03, IGR2A_K04, IGR2A_K02	Aktywność na zajęciach, Egzamin

Liczba godzin zajęć w ramach poszczególnych form zajęć

Suma	Forma zajęć dydaktycznych										
	Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
60	15	15	30	0	0	0	0	0	0	0	0

Matryca kierunkowych efektów uczenia się w odniesieniu do form zajęć i sposobu zaliczenia, które pozwalają na ich uzyskanie

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Forma zajęć dydaktycznych										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
Wiedza: zna i rozumie												
M_W001	Zna fizyczne metody wzbogacania surowców mineralnych	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-

M_W002	Zna maszyny i urządzenia stosowane do fizycznego wzbogacania surowców mineralnych	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W003	Zna właściwości fizyczne surowców mineralnych wykorzystywane jako argument rozdziału (wzbogacania)	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności: potrafi												
M_U001	Umie ocenić fizyczne procesy wzbogacania surowców mineralnych przy użyciu wskaźników oceny	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U002	Potrafi zbadać podstawowe właściwości fizyczne surowców, istotne z punktu widzenia efektów ich wzbogacania	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U003	Umie dokonać oceny wzbogalności poszczególnych surowców mineralnych	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U004	Potrafi interpretować wyniki badań laboratoryjnych,	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U005	Potrafi dobrać fizyczne metody wzbogacania do określonego surowca	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U006	Umie obliczać rozkłady pól w separatorach magnetycznych oraz oddziaływać pomiędzy ziarnami i ich wpływ na wyniki separacji	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne: jest gotów do												
M_K001	Ma świadomość konieczności wzbogacania surowców mineralnych w kontekście racjonalnej gospodarki zasobami naturalnymi	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-

Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	60 godz
Przygotowanie do zajęć	15 godz
przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania	20 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	20 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2 godz
Dodatkowe godziny kontaktowe	1 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	118 godz
Punkty ECTS za moduł	4 ECTS

Pozostałe informacje

Szczegółowe treści kształcenia w ramach poszczególnych form zajęć (szczegółowy program wykładów i pozostałych zajęć)

Wykład

1. Systematyka procesów wzbogacania. Własności grawitacyjne i magnetyczne surowców, argumenty rozdziału. Czynniki utrudniające stosowanie fizycznych metod rozdziału. 2. Ocena wzbogalności grawitacyjnej surowca: analiza densymetryczna, krzywe wzbogalności, wskaźniki oceny. 3. Wzbogacanie w cieczach ciężkich. Ciecze ciężkie jednorodne i zawieszinowe. Własności reologiczne cieczy zawieszinowych. Systematyka wzbogalników z cieczą ciężką. 4. Wzbogacanie w osadzarkach. Ważniejsze typy osadzarek, odprowadzanie produktów rozdziału. Pulsacja wody i ziaren w osadzarce, ważniejsze rodzaje cykli pulsacji. Wyznaczanie szerokości klas ziarnowych do wzbogacania w osadzarkach. 5. Wzbogacanie grawitacyjne w cienkiej strudze cieczy. Wzbogacanie na stołach koncentracyjnych. Rozkład sił działających na ziarno na powierzchni stołu. Czynniki wpływające na wyniki rozdziału. Zastosowanie stołów koncentracyjnych i ważniejsze typy stołów. Wzbogacanie w separatorach spiralnych i czynniki wpływające na dokładność rozdziału. Wzbogacanie w rynnach przepływowych i stożkach Reicherta. 6. Wzbogacanie grawitacyjne w polu działania siły odśrodkowej: hydrocyklony z cieczą ciężką, wzbogalnik ze złożem fluidalnym, wzbogalniki wirówkowe. 7. Wzbogacanie magnetyczne. Właściwości magnetyczne materiałów. Klasyfikacja separatorów i zastosowanie separacji magnetycznej. Separacja magnetyczna wirowo-prądowa. 8. Separacja w cieczach magnetycznych. 9. Separacja elektryczna, metody ładowania ziaren, separatory elektrostatyczne. Zastosowanie separacji elektrycznej.

Ćwiczenia audytoryjne

1. Bilansowanie produktów wzbogacania. 2. Wykreślanie krzywych wzbogalności: Henrygo, Mayera, Fuerstenaua, Helbicha. 3. Obliczanie i graficzne wyznaczenie wskaźników oceny wzbogalności. 4. Badanie kinetyki separacji magnetycznej i określenie stałych prędkości separacji w zależności od natężenia pola magnetycznego, wielkości ziaren, zawartości części stałych w zawieszynie, zawartości składników magnetycznych w nadawie i liczby separacji czyszczących. 5. Zastosowanie krzywych Czeczotta do wyznaczania optymalnych szerokości klas ziarnowych w procesach wzbogacania grawitacyjnego. 6. Analiza aspektów bilansowania i wykorzystania danych mineralogicznych do oceny granicznej wzbogalności surowca.

Ćwiczenia laboratoryjne

1. Analiza densymetryczna surowców na przykładzie węgla – oznaczanie gęstości i zawartości popiołu w produktach rozdziału. Badanie wpływu uziarnienia materiału na zawartość popiołu w koncentratkach węglowych. Zależność zawartości popiołu od gęstości, gęstość materii mineralnej i organicznej substancji węglowej. 2. Rozdział próbki węgla w osadzarce i analiza czynnikowa produktów rozdziału w zależności od amplitudy, czasu trwania rozdziału i uziarnienia materiału. 3. Wzbogacanie grawitacyjne rud polimetalicznych na przykładzie rudy Zn-Pb. Ocena procesu separacji. 4. Badanie procesu rozdziału na stole koncentracyjnym w zależności od parametrów konstrukcyjnych stołu. 5. Separacja w separatorze taśmowym w zależności od natężenia pola magnetycznego i wielkości ziarna (eksperyment czynnikowy). Badanie kinetyki separacji i określenie stałych prędkości separacji w zależności od natężenia pola magnetycznego, wielkości ziaren i zawartości składników

magnetycznych w nadawie. 6. Separacja odpadów elektronicznych w zmiennym polu magnetycznym w separatorze płytowym. Ocena procesu separacji 7. Omówienie wyników doświadczeń i kolokwium zaliczeniowe.

Metody i techniki kształcenia:

Wykład: Treści prezentowane na wykładzie są przekazywane w formie prezentacji multimedialnej w połączeniu z klasycznym wykładem tablicowym wzbogaconymi o pokazy odnoszące się do prezentowanych zagadnień.

Ćwiczenia audytoryjne: Podczas zajęć audytoryjnych studenci na tablicy rozwiązują zadane wcześniej problemy. Prowadzący na bieżąco dokonuje stosowanych wyjaśnień i moderuje dyskusję z grupą nad danym problemem.

Ćwiczenia laboratoryjne: W trakcie zajęć laboratoryjnych studenci samodzielnie rozwiązują zadany problem praktyczny, dobierając odpowiednie narzędzia. Prowadzący stymuluje grupę do refleksji nad problemem, tak by otrzymane wyniki miały wysoką wartość merytoryczną.

Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu:

Zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych i audytoryjnych Student może uzyskać w jednym terminie podstawowym i dwóch terminach poprawkowych. Warunkiem zaliczenia są pozytywne oceny z kolokwium oraz przyjęte wszystkie sprawozdania. Wiedza z wykładów będzie weryfikowana w formie odpowiedzi ustnej na ćwiczeniach laboratoryjnych lub audytoryjnych.

Warunkiem koniecznym dopuszczenia do egzaminu jest posiadanie pozytywnej oceny z ćwiczeń laboratoryjnych i audytoryjnych.

Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa:

Wykład:

- Obecność obowiązkowa: Nie

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego.

Ćwiczenia audytoryjne:

- Obecność obowiązkowa: Tak

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci przystępując do ćwiczeń są zobowiązani do przygotowania się w zakresie wskazanym każdorazowo przez prowadzącego (np. w formie zestawów zadań). Ocena pracy studenta może bazować na wypowiedziach ustnych lub pisemnych w formie kolokwium, co zgodnie z regulaminem studiów AGH przekłada się na ocenę końcową z tej formy zajęć.

Ćwiczenia laboratoryjne:

- Obecność obowiązkowa: Tak

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci wykonują ćwiczenia laboratoryjne zgodnie z materiałami udostępnionymi przez prowadzącego. Student jest zobowiązany do przygotowania się w przedmiocie wykonywanego ćwiczenia, co może zostać zweryfikowane kolokwium w formie ustnej lub pisemnej. Zaliczenie zajęć odbywa się na podstawie zaprezentowania rozwiązania postawionego problemu. Zaliczenie modułu jest możliwe po zaliczeniu wszystkich zajęć laboratoryjnych.

Sposób obliczania oceny końcowej

Ocena końcowa jest średnią ważoną ocen z egzaminu (waga 0,5), ćwiczeń audytoryjnych (waga 0,25) i ćwiczeń laboratoryjnych (waga 0,25)

Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach:

Student powinien zgłosić się do prowadzącego w celu ustalenia indywidualnego sposobu nadrobienia zaległości.

Wymagania wstępne i dodatkowe, z uwzględnieniem sekwencyjności

modułów

Podstawowa wiedza z zakresu fizyki, matematyki, statystyki i przeróbki surowców mineralnych.

Zalecana literatura i pomoce naukowe

1. J. Drzymała, 2009, Podstawy mineralurgii.
2. Stępiński W. 1964., Wzbogacanie grawitacyjne..
3. Blaschke W. 2009., Przeróbka węgla kamiennego – wzbogacanie grawitacyjne.
4. Blaschke Z., Brożek M. Mokrzycki E., Ociepa Z., Tumidajski T., 1981. Górnictwo. Cz. V. Zarys technologii procesów przeróbczych.
5. M. Brożek, A. Siwiec, 1985, Fizyczne metody wzbogacania - cz. I Wzbogacanie magnetyczne

Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu

1. KRAWCZYKOWSKI D., KRAWCZYKOWSKA A., Influence of particle shape on balancing the classification products given by hydrocyclones on the basis of the results of laser particle size analysis —AGH Journal of Mining and Geoengineering, 2012
2. Krawczykowsk D., „Opracowanie koncepcji technologii rozdziału poszczególnych elementów frakcji ferromagnetycznej, koncepcji technologii produkcji obciążnika ferrytowego do cieczy ciężkich oraz założeń projektowych do budowy prototypowej linii technologicznej przeróbki frakcji ferromagnetycznej i produkcji obciążnika ferrytowego oraz zalecenia do jej wdrożenia” praca zlecona, Ecoback Sp. z o.o, 2015 – kierownik pracy.(niepublikowana)
3. Marian BROŻEK, Agnieszka SUROWIAK, Rozkład prędkości opadania ziaren w próbkach surowców mineralnych Gospodarka Surowcami Mineralnymi = Mineral Resources Management, Polska Akademia Nauk. Komitet Zrównoważonej Gospodarki Surowcami Mineralnymi ; Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią, 2004, t. 20 z. 3 s. 67–84
4. Marian BROŻEK, Agnieszka SUROWIAK, Efektywność procesu rozdziału w osadzarce, Górnictwo i Geoinżynieria / Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica, Kraków 2006 R. 30 z. 3/1 s. 29–40
5. Marian BROŻEK, Agnieszka SUROWIAK, Effect of particle shape on jig separation efficiency , Physicochemical Problems of Mineral Processing, 2007 nr 41 s. 397–413

Informacje dodatkowe

Student na ćwiczeniach laboratoryjnych powinien posiadać odzież ochronną.