

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



SATBAYEV  
UNIVERSITY



СИЛЛАБУС

«Хлорные и вакуумные технологии в металлургии»  
(название дисциплины)

3 кредита

Семестр: осенний, 2019-2020 уч. год

Алматы, 2019

**Сатпаев Университет**  
**Институт Горно-металлургический**  
**Кафедра «Металлургия и обогащение полезных ископаемых»**

**1. Информация о преподавателе:**

**Лектор**  
Досмухамедов Н.К.  
1 ч, 143 ГМК

**Преподаватель**  
**(практические занятия)**  
\_ Офисные часы, кабинет\_  
\_Email\_

**Преподаватель**  
**(лабораторные занятия)**  
\_ Офисные часы, кабинет\_  
\_Email\_

**2. Цель курса:**

Изучение теории и технологии процессов хлорирования и вакуумной металлургии, приобретение навыков решения конкретных задач по хлорированию и вакуумной технологии получения цветных и редких металлов. Аппаратурное оформление хлорирования и вакуумной технологии, их особенности и недостатки.

**3. Описание курса:**

Современные способы переработки различного сырья с помощью хлорной и вакуумной технологии. Характеристика хлоридов и термодинамика хлорирования, формы нахождения цветных и ценных металлов. Выбор и обоснование хлорной и вакуумной технологии при переработки материалов содержащих цветные и ценные металлы, экономический анализ и оценка.

**4. Пререквизиты:**

- ✓ «Основы металлургии»
- ✓ «Процессы и аппараты металлургического производства»
- ✓ «Основы научных исследований»
- ✓ «Теория металлургических процессов»
- ✓ «Вакуумная металлургия»
- ✓ «Металлургия цветных и черных металлов»
- ✓ «Моделирование процессов»

**5. Постреквизиты:**

- ✓ «Металлургия цветных металлов»
- ✓ «Вторичное сырье цветной металлургии»
- ✓ «Теория пирометаллургических процессов»
- ✓ «Технология переработки вторичного и техногенного сырья»
- ✓ «Новые технологии переработки вторичного сырья»

## 6. Список литературы:

Базовая литература	Дополнительная литература
[1] U. P. Kudryavskii, A. V. Chub Investigation of processes of chlorination of thorium-containing rare-metal concentrates, deactivation of solutions, purification of scandium from impurities to obtain marketable scandium oxide// Appl Chem (2010) 83: 2240.	[10] Kwang-Wook Kim, In-Tae Kim Geun-II Park, Hwan-Seo Park, Eil-Hee Lee, Eung-Ho Kim Electrochemical de-chlorination/transformation of metal chloride for the preparation of NZP structure product // Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry March 2008, Volume 275, Issue 3, pp 595–604
[2] H.C. Eun T.J. Kim J.H. Jang G.Y. Kim S.J. Lee J.M. Hur A study on chlorination of uranium metal using ammonium chloride // Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry October 2017, Volume 314, Issue 1, pp 533–537	[11] K.-W. KIM, I.-T. KIM, G.-I. PARK, E.-H. LEE, J. Appl. Electrochem., 36 (2006) 1415.
[3] Murakami T, Kato T, Rodrigues A, Ougier M, Iizuka M, Koyama T, Glatz J-P (2014) Anodic dissolution of irradiated metallic fuels in LiCl-KCl melts. J Nucl Mater 452:517–525	[12] S. A. Lavrent'ev, Complex of systems of dry storage and handling of spent nuclear fuel using metal-concrete containers at the Leningrad atomic electric power plant, in: Abstracts of papers of the 7th Int. Sci.-Tech. Conf. "Safety, Efficiency, and Economy of Atomic Power Engineering," May 26–27, 2010, OAO "Kontsern Rosñnergatom," Moscow (2010), pp. 248–249.
[4] E.P. Buchikhin, A.Yu. Kuznetsov, V.L. Vidanov, V.V. Shatalov, A.M. Chekmarev Nonaqueous Chlorination of Uranium Metal in Tributyl Phosphate // May 2005, Volume 47, Issue 3, pp 263–265	[13] Esashi, M., "Wafer Level Packaging of MEMS," Journal of Micromechanics and Microengineering, Vol. 18, No. 7, Paper No. 073001, 2008.
[5] V.I. Balakhonova, P.A. Novikov, B.M. Smol'skii, V.V. Selivanov, V.N. Shmigora Investigation of the process of liquid evaporation from a porous metal under vacuum conditions // Journal of engineering physics January 1968, Volume 14, Issue 1, pp 25–28	[14] Cheng, Y. T., Hsu, W. T., Najafi, K., Nguyen, C. C., and Lin, L., "Vacuum Packaging Technology using Localized Aluminum/Silicon-to-Glass Bonding," Journal of Microelectromechanical Systems, Vol. 11, No. 5, pp. 556–565, 2002.
[6] Yu.E. Karyakin, S.A. Lavrent'ev, N.V. Pavlyukevich, A.A. Pletnev, E.D. Fedorovich // Journal of Engineering Physics and Thermophysics Calculation of the process of vacuum drying of a metal-concrete container with spent nuclear fuel January 2012, Volume 85, Issue 1, pp 169–178	[15] Chu, H. M., Sasaki, T., and Hane, K., "Design, Fabrication, and Vacuum Package Process for High Performance of 2D Scanning MEMS Micromirror," Proc. of 16th International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems, pp. 558–561, 2011.
[7] Hoang Manh Chu, Hung Vu Ngoc, Kazuhiro Hane Vacuum package using anodic bonding assisted by the reflow of low-melting temperature metal // International Journal of Precision Engineering and Manufacturing April	[16] Kim, H. S., Kim, J. H., and Kim, J., "A Review of Piezoelectric Energy Harvesting based on Vibration," Int. J. Precis. Eng. Manuf., Vol. 12, No. 6, pp. 1129–1141, 2011.

2014, Volume 15, Issue 4, pp 695–701	
[8] Tachibana, H., Kawano, K., Ueda, H., and Noge, H., “Vacuum Wafer Level Packaged Two-Dimensional Optical Scanner by Anodic Bonding,” Proc. of 22nd International Conference on Micro Electro Mechanical Systems, pp. 959–962, 2009.	
[9] Chu, H. M., Tokuda, T., Kimata, M., and Hane, K., “Compact Low-Voltage Operation Micromirror Based on High-Vacuum Seal Technology Using Metal Can,” Journal of Microelectromechanical Systems, Vol. 19, No. 4, pp. 927–935, 2010.	

### 7. Календарно - тематический план:

Неделя	Тема лекции	Тема практической работы	Ссылка на литературу	Задание	Срок сдачи
1	Введение. Современные технологии в хлорной вакуумной металлургии				-
2	Характеристика хлоридов и хлорирующих агентов.	Проведение термодинамических расчетов по хлорированию цветных металлов	[2] стр. 141-165, [3] стр. 183-190, [6] стр. 307-318, [8] стр. 2467–2482		
3	Термодинамика хлорирования цветных и редких металлов		[2] стр. 141-165, [3] стр. 183-190, [5] стр. 105-109	СРС-1. Анализ современных способов хлорирования	
4	Кинетика хлорирования и фазовое равновесие хлоридов металлов	Проведение расчетов по хлорированию цветных металлов	[1] стр. 8-14, [3] стр. 183-190, [7] стр. 361-377, [10] Р. 12–19		
5	Технологические основы		[1] стр. 8-14, [3] стр. 183-	СРС-2. Хлорные технологии при	

	хлорирования		190, [11] Р. 82–89, [15] Р. 175–185	получении редких металлов	
6	Технология хлорирования цветных, редких металлов и их аппаратурное оформление	Проведение расчетов по хлорированию редких металлов	[6] стр. 307-318, [14] Р. 113–123		
7	SWOT – анализ технологии хлорирования		[1] стр. 8-14, [7] стр. 361-377		
8	<b>Первая промежуточная аттестация</b>				
9	Основы вакуумной металлургии	Проведение расчетов по вакуумной плавке материалов содержащих ценные металлы	[1] стр. 8-14, [4] стр. 35–49, [8] стр. 2467–2482, [10] Р. 175–185		
10	Способы вакуумной плавки (переплавки) различного сырья		[10] Р. 14, [11] Р. 141-152, [13] Р. 161 – 168	СПС-3. Современные подходы при вакуумной переработке материалов содержащих ценные металлы	
11	Технологии получения металлических порошков в вакууме	Проведение расчетов по получению порошков металлов в вакууме	[3] стр. 183-190, [9] Глава 3, [12] Р. 13-20, [15] Р. 11–16		
12	Вакуумная закалка и отпуск		[3] стр. 183-190, [5] стр. 105-109 [15] Р. 11–16, [16] Р. 21–24	СПС-4. Особенности и недостатки вакуумных технологии	
13	Вакуумная цементация и спекание	Проведение расчетов по вакуумной цементации и спекании	[2] стр. 141-165, [6] стр. 307-318,		
14	Вакуумная термическая		[4] стр. 35–49,		

	утилизация		[5] стр. 105-109, [16] Р. 23–29		
15	<b>Вторая финальная аттестация</b>				
	<b>Экзамен</b>				

*\*В календарно – тематическом календаре возможны изменения с учетом праздничных дней*

## 8. Задания и краткие методические указания по их выполнению:

### ✓ **Самостоятельная работа студента (СРС):**

Предусматривает выполнение в течение семестра 4 заданий, охватывающих пройденный материал дисциплины. Задания должны быть выполнены в письменном виде и сданы по мере выполнения согласно срокам. На основании Ваших письменных работ будет выводиться средняя оценка. Будет учитываться своевременность выполнения и сдачи работ.

#### **График сдачи работ**

№ п/п	Виды контроля	Макс балл недели	Недели															Итого макс баллов
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Активность на лекционных обсуждениях	1,0		*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*		12
2	Активность на лабораторных занятиях	3,0		*		*		*				*		*		*		18
3	1-я промежуточная аттестация (Midterm)	10,0								*								10
4	Самостоятельная работа студента (СРС)	2,5			*		*					*		*				10
5	2-я финальная аттестация (Endterm)	10,0															*	10
	Итоговый экзамен	40																40
	Всего в сумме																	100

### ✓ **Рубежный контроль:**

В течение семестра будут проведены 2 рубежных контроля. При этом будут оценены умения магистранта выбирать, оценивать, обосновывать и решать задачу комплексной переработки отходов, материалов содержащих цветные и редкие металлы.

### ✓ **Экзамен:**

Охватывает и обобщает весь материал курса. Экзамен проводится в письменной форме и охватывает разные типы заданий: письменные вопросы, включающие пройденный лекционный материал, практическое решение конкретной задачи. Продолжительность экзамена 2 академических часа. Никаких дополнительных заданий к экзамену для повышения оценки в случае, если она низкая, выдаваться не будут. Не будет также и пересдачи экзамена.

## 9. Критерии оценивания работ:

Оценка по буквенной системе	Цифровой эквивалент оценки	Критерий
<b>A</b>	<b>95 – 100</b>	Критическое мышление. Научное обоснование и решение металлургической проблемы. Элементы научной и технологической новизны. Новые подходы к построению технологии. Комплексное извлечение ценных металлов из вторичного сырья и отходов цветной и черной металлургии.
<b>A -</b>	<b>90 – 94</b>	Критическое мышление. Новые подходы к построению технологии с элементами технологической новизны. Недостаточность научного обоснования. Комплексное извлечение ценных металлов из шлаков.
<b>B +</b>	<b>85 – 89</b>	Критическое мышление. Инициативное предложение по решению конкретной аналитической задачи. Инженерно-техническое решение технологических задач.
<b>B</b>	<b>80 – 84</b>	Критическое мышление. Инициативное предложение по решению проблемной задачи. Применение полученных знаний для решения технологических задач с использованием инженерных подходов
<b>B -</b>	<b>75 – 79</b>	Критическое мышление. Применение общих теоретических подходов и полученных знаний для решения металлургических задач, имеющих частное локальное решение.
<b>C +</b>	<b>70 – 74</b>	Применение общих теоретических подходов к решению проблемных задач. Обоснование результатов, умение формулировать выводы и решения.
<b>C</b>	<b>65 – 69</b>	Применение общих теоретических подходов к решению проблемной задачи. Не достаточно полное раскрытие материала.
<b>C -</b>	<b>60 – 64</b>	Применение общих теоретических подходов к решению аналитической задачи. Не полное раскрытие материала. Решение задач с рядом ошибок
<b>D +</b>	<b>55 – 59</b>	Применение общих теоретических подходов к решению проблемной задачи. Не раскрытие материала. Решение задач с неточностями
<b>D</b>	<b>50 – 54</b>	Частичное применение общих теоретических подходов к решению проблемной задачи. Не раскрытие материала. Решение задач с множествами ошибок
<b>F</b>	<b>0 – 49</b>	Не посещение занятий. Не полное освоение

\*Возможно получение бонусных баллов за выполнение дополнительных заданий

#### 10. Политика поздней сдачи работ:

Предусмотрено выполнение и сдача всех заданий в срок. Срок сдачи заданий 7 дней, так как по истечению этого срока учебный портал автоматически закрывается.

#### 11. Политика посещения занятий:

Достижение 100%-ной посещаемости. Каждый студент имеет возможность пропусков до 20% занятий. В случае превышения пропуска более 20% студент обязан сняться с дисциплины или взять академический отпуск. На основании п.7.11.2 и 7.11.3 настоящих правил кредитной технологии обучения в КазНИТУ им. К.И. Сатпаева, а также решения Учебно-методического совета №3 от 09.01.2018 г. 30% свободного посещения занятий будет предоставляться студентам имеющим GPA 3,5 и выше.

#### 12. Политика академического поведения и этики:

Будьте толерантны, уважайте чужое мнение. Возражения формулируйте в корректной форме. Плагиат и другие формы нечестной работы недопустимы. Недопустимо подсказывание и списывание во время экзаменов, сдача экзамена за другого студента. Студент, уличенный в фальсификации любой информации курса, получит итоговую оценку «F».

Рассмотрено на заседании кафедры МНОТЦ протокол № 1 от « 13 » 08 201 9 г.

Составитель: ассоциированный профессор, к.т.н. Д. Досмухамедов Досмухамедов Н.К.