



Механізм утворення цементуючих фаз в'язучого

Робоча програма освітньої компоненти (Силабус)

Реквізити освітньої компоненти

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна інженерія та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Хімічні технології неорганічних в'язучих речовин, кераміки, скла та полімерних і композиційних матеріалів</i>
Статус освітньої компоненти	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, другий семестр</i>
Обсяг освітньої компоненти	<i>8 кредитів</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен</i>
Розклад занять	<i>Лекція 3 години на тиждень (1,5 пари), лабораторні 4 години на 2 тижні (2 пари) за розкладом на rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника ОК / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., доцент Токарчук Володимир Володимирович, tokarchuk.volodya@ukr.net</i> Лабораторні роботи: <i>Асистент Коваленко Юрій Олексійович, kovalenko91993@ukr.net</i>
Розміщення курсу	<i>Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); доступ за запрошенням викладача</i>

Програма освітньої компоненти

1. Опис освітньої компоненти, її мета, предмет вивчення та результати навчання

В'язучі матеріали широко використовуються в будівельній галузі. Основою використання таких речовин є процес тверднення, в результаті якого і відбувається перехід в'язучого від пластичного до твердого стану. Для кращого розуміння процесів, які відбуваються при цьому, необхідно розуміти і умови проявлення здатності до тверднення. Знання основних закономірностей, які обумовлюють прояв в'язучих властивостей, дозволяє краще розуміти принципи використання в'язучих матеріалів та керувати їх властивостями.

Предмет освітньої компоненти: процеси тверднення в'язучих речовин з різними механізмами структуроутворення каменю.

Метою освітньої компоненти є формування у здобувачів вищої освіти рівня магістр компетенцій:

- здатність управління процесами тверднення;
- здатність прогнозувати в'язучі властивості;
- здатність пошуку шляхів розробки нових в'язучих і композиційних матеріалів із заданими властивостями

Після засвоєння освітньої компоненти здобувачі вищої освіти рівня магістр мають продемонструвати такі результати навчання:

- Розуміти фізико-хімічні процеси, що відбуваються при виробництві та використанні в'язучих матеріалів;
- Володіти методологією вибору різних видів і типів в'язучих в залежності від умов експлуатації

уміння:

- аналізувати і прогнозувати проявлення в'язучих властивостей в різних природних матеріалах та хімічних сполуках виходячи з їх кристалохімічної будови;
- аналізувати і прогнозувати основні експлуатаційні характеристики в'язучих матеріалів в залежності від хімічного і мінералогічного складу сировинних матеріалів;
- приймати логічні технологічні рішення з врахуванням кристалічної будови вихідних матеріалів та фізико-хімічних процесів в матеріалах, а також синтезувати в'язучі композиції з наперед заданими властивостями;

2. Пререквізити та постреквізити освітньої компоненти (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Перелік освітніх компонент, знань та умінь, володіння якими необхідні студенту для успішного засвоєння освітньої компоненти:

<i>Основи технології силікатів</i>	<i>Фізико-хімічні процеси, які відбуваються при виготовленні основних видів в'язучих матеріалів, Хімічні рівняння. Визначення найбільш вірогідних реакцій. Основні властивості сполук оксиду кальцію. Екзотермічні і ендотермічні реакції. Реакції гідролізу</i>
<i>Хімічні технології основних видів мінеральних в'язучих</i>	<i>Особливості різних технологічних схем виробництва мінеральних в'язучих речовин та вплив цього фактора на мінералогічний склад кінцевого продукту</i>

Освітні компоненти, які базуються на результатах навчання: освітні компоненти циклу професійної підготовки, в рамках яких передбачено вивчення технології виробництва в'язучих матеріалів та їх використання.

3. Зміст освітньої компоненти

Тема 1. – Характеристика мінеральних в'язучих систем. Умови виявлення в'язучих властивостей при нормальній температурі і тиску

Зміст і задачі курсу. Історія розвитку виробництва і застосування в'язучих матеріалів. Класифікація в'язучих матеріалів. Принципи класифікації. Основні типи класифікації. Природа в'язучих властивостей та закономірність їх виявлення в різних системах. Періодичність прояву в'язучих властивостей хімічних сполук. Класифікація структур тверднення.

Тема 2. В'яжучі системи на основі фосфатних зв'язок

Класифікація фосфатних в'яжучих систем. Механізм утворення нової фази в фосфатних в'яжучих системах. Принципи регулювання структуроутворення і властивостей фосфатних в'яжучих систем. Фосфатні цементи.

Тема 3. В'яжучі системи на основі розчинного скла

Класифікація в'яжучих систем на основі розчинного скла. Механізм утворення кристалогідратів. Принципи регулювання структуроутворення у зв'язках на основі розчинного скла.

Тема 4. В'яжучі системи на основі цементів

Механізм утворення кристалогідратів: сорбція, розчинення, поверхнева гідратація, гідратація в розчині, утворення зародків, кристалізація. Шляхи переведення речовини твердої фази в розчин. Механізм утворення зародків кристалів та їх росту.

Тема 5. Фізичні і хімічні аспекти тверднення

Активність цементних мінералів з термодинамічних та кінетичних позицій. Кристалохімічний аспект гідратаційної активності мінералів. Вплив стану поверхні і домішок на гідратаційну активність цементних мінералів. Склад, структура і класифікація сполук в системі $\text{CaO-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$. Природні і синтетичні гідросилікати кальцію. Гідроалюмінати і гідроалюмоферрити. Утворення цементуючих фаз. Гідратація силікатів, алюмініатів та алюмоферритів кальцію. Механізм утворення цементуючої фази у вигляді CSH-гелю. Морфологія гелевидної фази. Структура гелю. Класифікація механізмів гідратування. Механізм індукційного періоду. Природа і роль індукційного періоду. Теорії і гіпотези індукційного періоду. Кінетичний фактор. Двостороннє обмеження кінетичного фактору. Вплив гіпсу на процеси гідрато- та структуроутворення. Процеси тверднення. Міжзернова конденсація. Міжзернові адгезійні зв'язки в мінеральних в'яжучих системах з наповнювачами.

Тема 6. Управління структуроутворенням при твердненні

Управління структуроутворенням при твердненні. Фізична структура цементного тіста і каменю. Фізико-хімічні основи процесу формування властивостей цементного каменю і композиційних матеріалів на основі зв'язуючих.

Тема 7. Фізичні і хімічні аспекти тверднення змішаних в'яжучих

Класифікація активних мінеральних добавок. Сировинна база для отримання активних мінеральних добавок. класифікація змішаних в'яжучих. Механізм дії активних мінеральних добавок. Роль добавок у складі змішаних в'яжучих.

Тема 8. Фізико-хімічні основи виробництва гіпсових в'яжучих

Дегідратація дигідрату сульфату кальцію. Схема термічних перетворень дигідрату. Умови модифікаційних переходів. Класична схема дегідратації. Модифікаційний склад продуктів дегідратації. Характеристика фаз. Кристалохімічні особливості формування структури новоутворень. Залежність властивостей від структури мінералів. Механізм формування кристалів двогідрату сульфату кальцію. Механізм зародження та росту кристалів двогідрату. Морфологія кристалів гіпсу і закономірності їх кристалографічного зростання. Аналіз робіт вчених в області структуроутворення і тверднення. Формування просторової структури тверднення гіпсу.

Тема 9. Фізико-хімічні основи виробництва вапна

Дисоціація вуглекислого кальцію. Механізм і кінетика процесу дисоціації вапняків. Процеси спікання та побічні реакції під час випалу. Вплив технологічних факторів та домішок на процес випалу вапняків та якість вапна. Система $\text{CaO - H}_2\text{O}$. Розчинність оксиду кальцію та кристалізація гідроксиду кальцію. Гасіння вапна в пушонку. Інтенсифікація процесів гасіння, вплив технологічних факторів на гасіння. Технологія виробництва гідратного вапна. Гасіння вапна в тісто. Тверднення вапна при нормальних температурах.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Навчальні матеріали, зазначені нижче, доступні у бібліотеці університету та у бібліотеці кафедри хімічної технології композиційних матеріалів. Обов'язковою до вивчення є базова література, інші матеріали – факультативні. Розділи та теми, з якими студент має ознайомитись самостійно, викладач зазначає на лекційних та практичних заняттях.

Базова:

1. Пащенко О.О., Сербін В.П., Старчевська О.О. В'яжучі матеріали. – К.: Вища школа, 1995.- 437с.

2. Л. Й. Дворкін. Будівельні в'яжучі матеріали. – Рівне: НУВГП, 2019 – 622 с.

3. В'яжучі матеріали: Підручник / Р. Ф. Рунова, Л. Й. Дворкін, О. Л. Дворкін, Ю. Л. Носовський – К. : Основа, 2012. – 448 с.

Додаткова

1. Будівельне матеріалознавство. Підручник. Дворкін Л.Й., Лаповська С.Д. К.: Кондор-Видавництво, 2017. – 472 с.

Інформаційні ресурси

Дистанційний курс Google G Suite for Education. Режим доступу: Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance).

Навчальний контент

5. Методика опанування освітньої компоненти

Лекційні заняття

Вичитування лекцій з освітньої компоненти проводиться паралельно з виконанням студентами лабораторних робіт, практичних занять та розглядом ними питань, що виносяться на самостійну роботу. При читанні лекцій застосовуються засоби для відеоконференцій (Google Meet) та ілюстративний матеріал у вигляді презентацій, які розміщені на платформі Sikorsky-distance. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

№	Дата	Опис заняття
1	1 тиждень	Тема 1: Лекція 1. Зміст і задачі курсу. Історія розвитку виробництва і застосування в'яжучих матеріалів. Класифікація в'яжучих матеріалів. Принципи класифікації. Основні типи класифікації. Лекція 2. Природа в'яжучих властивостей та закономірність їх виявлення в різних системах. Періодичність прояву в'яжучих властивостей хімічних сполук. Класифікація структур тверднення.
2	2 тиждень	Тема 2: Лекція 3. Класифікація фосфатних в'яжучих систем. Механізм утворення нової фази в фосфатних в'яжучих системах. Принципи регулювання структуроутворення і властивостей фосфатних в'яжучих систем. Фосфатні цементи.
3	3 тиждень	Тема 3: Лекція 4. Класифікація в'яжучих систем на основі розчинного скла. Механізм утворення кристалогідратів. Лекція 5. Принципи регулювання структуроутворення у зв'язках на основі розчинного скла.

4	4 тиждень	Тема 4: Лекція 6. Механізм утворення кристалогідратів: сорбція, розчинення, поверхнева гідратація, гідратація в розчині, утворення зародків, кристалізація. Шляхи переводу речовини твердої фази в розчин. Механізм утворення зародків кристалів та їх росту.
5	5 тиждень	Тема 5: Лекція 7. Активність цементних мінералів з термодинамічних та кінетичних позицій. Кристалохімічний аспект гідратаційної активності мінералів. Лекція 8. Вплив стану поверхні і домішок на гідратаційну активність цементних мінералів.
6	6 тиждень	Продовження теми 5: Лекція 9. Склад, структура і класифікація сполук в системі CaO-SiO ₂ -H ₂ O. Природні і синтетичні гідросилікати кальцію. Гідроалюмінати і гідроалюмоферрити.
7	7 тиждень	Продовження теми 5: Лекція 10. Утворення цементуючих фаз. Гідратація силікатів. Лекція 11. Гідратація алюмінатів та алюмоферритів кальцію.
8	8 тиждень	Продовження теми 5: Лекція 12. Механізм утворення цементуючої фази у вигляді CSH-гелю. Морфологія гелевидної фази. Структура гелю. Класифікація механізмів гідратоутворення.
9	9 тиждень	Продовження теми 5: Лекція 13. Механізм індукційного періоду. Природа і роль індукційного періоду. Лекція 14. Теорії і гіпотези індукційного періоду.
10	10 тиждень	Продовження теми 5: Лекція 15. Кінетичний фактор. Двостороннє обмеження кінетичного фактору. Вплив гіпсу на процеси гідрато- та структуроутворення.
11	11 тиждень	Продовження теми 5: Лекція 16. Процеси тверднення. Міжзернова конденсація. Лекція 17. Міжзернові адгезійні зв'язки в мінеральних в'язучих системах з наповнювачами.
12	12 тиждень	Тема 6: Лекція 18. Управління структуроутворенням при твердненні. Фізична структура цементного тіста і каменю.
13	13 тиждень	Продовження теми 6: Лекція 19. Фізико-хімічні основи процесу формування властивостей цементного каменю Лекція 20. Фізико-хімічні основи процесу формування композиційних матеріалів на основі зв'язуючих.
14	14 тиждень	Тема 7: Лекція 21. Класифікація активних мінеральних добавок. Сировинна база для отримання активних мінеральних добавок. Змішані в'язучі та їх класифікація.
15	15 тиждень	Продовження теми 7: Лекція 22. Механізм дії активних мінеральних добавок. Лекція 23. Роль добавок у складі змішаних в'язучих.
16	16 тиждень	Тема 8: Лекція 24. Дегідратація дигідрату сульфату кальцію. Схема термічних перетворень дигідрату. Умови модифікаційних

		<i>переходів. Класична схема дегідратації. Модифікаційний склад продуктів дегідратації. Характеристика фаз. Кристалохімічні особливості формування структури новоутворень. Залежність властивостей від структури мінералів. Формування просторової структури тверднення гіпсу.</i>
17	17 тиждень	Тема 9: Лекція 25. Дисоціація вуглекислого кальцію. Механізм і кінетика процесу дисоціації вапняків. Процеси спікання та побічні реакції під час випалу. Лекція 26. Вплив технологічних факторів та домішок на процес випалу вапняків та якість вапна. Система CaO – H ₂ O. Розчинність оксиду кальцію та кристалізація гідроксиду кальцію. Гасіння вапна в пушонку. Інтенсифікація процесів гасіння, вплив технологічних факторів на гасіння. Технологія виробництва гідратного вапна. Гасіння вапна в тісто. Тверднення вапна при нормальних температурах.
18	18 тиждень	<i>Підсумкове заняття. До відома студентів доводиться кількість балів, яку вони набрали протягом семестру.</i>

Лабораторні заняття

Метою лабораторних занять є закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях та в процесі самостійної роботи з літературними джерелами в ході вивчення навчальної дисципліни. Матеріал лабораторних робіт спрямований на одержання досвіду виконання практичних задач хімічної технології шляхом використання методів дослідження властивостей в'язучих матеріалів.

Тиждень	Тема	Опис запланованої роботи	Години
1 тиждень	Дослідження зміни параметру „стиснені умови” при твердненні системи цемент-вода. Обробка і аналіз одержаних результатів	<i>Ознайомлення особливостей роботи на технічних та електронних вагах. Проведення відбору та підготовки середніх проб різних матеріалів.</i>	3 або 2
		<i>Захист роботи</i>	1 або 2
3 тиждень	Вплив рідкого скла на властивості цементів	<i>Визначення вологості сировинних матеріалів та в'язучих речовин на прикладі будівельного гіпсу.</i>	3 або 2
		<i>Захист роботи</i>	1 або 2
5 тиждень	Дослідження впливу природи активної мінеральної добавки на властивості цементів.	<i>Відповідно до отриманого індивідуального завдання провести розрахунки складу в'язучих, підготувати їх для подальших досліджень</i>	3 або 2
		<i>Захист роботи</i>	1 або 2
7 тиждень	Дослідження кінетики тверднення цементної системи.	<i>Проведення досліджень по визначенню зернового складу компонентів сухих будівельних сумішей методом ситового аналізу</i>	3 або 2
		<i>Захист роботи</i>	1 або 2

9 тиждень	Регулювання процесу тужавлення гіпсового тіста та тверднення системи гіпс – вода.	<i>Визначити в'язучі властивості матеріалів на прикладі будівельного гіпсу</i>	3 або 2
		<i>Захист роботи</i>	1 або 2
11 тиждень	Дослідження природи мінеральної добавки на кінетику тверднення цементу	<i>Визначити густину, об'ємну та насипну масу отриманої суміші на основі в'язучої речовини</i>	3 або 2
		<i>Захист роботи</i>	1 або 2
13 тиждень	Вплив добавок на водостійкість гіпсового каменю.	<i>Визначити пористу структуру в'язучої речовини на прикладі гіпсового каменю</i>	3 або 2
		<i>Захист роботи</i>	1 або 2
15 тиждень	Регулювання процесу гасіння вапна і тверднення системи вапно – вода	<i>Визначити водостійкість композиції на основі будівельного гіпсу</i>	3 або 2
		<i>Захист роботи</i>	1 або 2
17 тиждень	<i>Підсумкове заняття</i>	<i>Обговорення отриманих результатів.</i>	2
		<i>Модульна контрольна</i>	2

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, складання попередніх варіантів програм для проведення розрахунків на заняттях, оформлення звітів з комп'ютерних практикумів, виконання розрахункової роботи, підготовка до захисту практичних завдань та розрахункової роботи, підготовка до екзамену. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

<i>Вид СРС</i>	<i>Кількість годин на підготовку</i>
<i>Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу, складання попередніх варіантів програм для проведення розрахунків на заняттях, оформлення звітів з комп'ютерних практикумів</i>	<i>2 – 3 години на тиждень</i>
<i>Виконання розрахункової роботи</i>	<i>10 годин</i>
<i>Підготовка до МКР (повторення матеріалу)</i>	<i>4 години</i>
<i>Підготовка до екзамену</i>	<i>30 годин</i>

7. Політика освітньої компоненти

У звичайному режимі роботи університету лекції, практичні та лабораторні заняття проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. Відвідування лекцій, практичних та лабораторних занять є обов'язковим.

На початку кожної лекції проводиться опитування за матеріалами попередньої лекції із застосуванням інтерактивних засобів (Google Forms, menti.com, Kahoot тощо). Перед початком чергової теми лектор може надсилати питання із застосуванням інтерактивних засобів з метою визначення рівня обізнаності здобувачів за даною темою та підвищення зацікавленості.

Правила захисту лабораторних робіт:

1. До захисту допускаються студенти, які правильно виконали лабораторну роботу.
2. Захист відбувається за графіком, зазначеним у п.5 за індивідуальними завданнями.
3. Після перевірки завдання викладачем на захист виставляється загальна оцінка і робота вважається захищеною.
4. Несвоєчасні захист і виконання роботи без поважної причини штрафуються відповідно до правил призначення заохочувальних та штрафних балів.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів:

1. Несвоєчасне виконання лабораторної роботи без поважної причини штрафується 1 балом;
2. Несвоєчасний захист роботи без поважної причини штрафуються 1 балом;
3. За кожний тиждень запізнення з поданням індивідуальної роботи на перевірку нараховується 1 штрафний бал (але не більше 5 балів).
4. За виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни нараховується від 1 до 6 заохочувальних балів;
5. За активну роботу на лекції нараховується до 0,5 заохочувальних балів (але не більше 10 балів на семестр).

Політика дедлайнів та перескладань: визначається п. 8 Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського

Політика щодо академічної доброчесності: визначається політикою академічної чесності та іншими положеннями Кодексу честі університету.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Види контролю встановлюються відповідно до Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського:

1. Поточний контроль: опитування на лекційних заняттях, захист лабораторних робіт МКР, захист розрахункової роботи
2. Семестровий контроль: екзамен.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 60 бали складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- опитування на лекційних заняттях (7 занять);
- виконання та захист лабораторних робіт;
- написання модульної контрольної роботи (МКР);

- захист розрахункової роботи.

2. Критерії нарахування балів:

2.1. Опитування на лекційних заняттях (7 занять):

- бездоганна відповідь – 2 бали;
- є певні недоліки – 1 бал;

Відсутня відповідь – 0 балів.

2.2. Виконання та захист лабораторних робіт

- робота виконана повністю і вірно протягом відведеного часу – **2 бали**;
- робота виконана майже повністю і вірно протягом відведеного часу або має неprincipові неточності – **1,5 бали**;
- робота виконана більше ніж наполовину протягом відведеного часу – **1,0 балів**;
- робота виконана протягом відведеного часу менше, ніж наполовину, результати роботи містять грубі помилки, відсутність виконання роботи – **0 балів**.

Якість захисту роботи:

- студент вірно і повністю виконав лабораторну роботу і відповів на всі запитання – **1 бал**;
- студент вірно і повністю виконав лабораторну роботу і у відповідях допустив ряд суттєвих неточностей – **0,5 бали**.

2.3. Модульний контроль.

Ваговий бал – **16 балів**. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 16 – 14 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 13 – 9 балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 8 – 5 балів;
- незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.

2.3. Розрахункова робота

Ваговий бал – **6 балів**. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- творчо виконана робота, виконані всі вимоги до роботи – 6 – 5 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками, виконані майже всі вимоги до роботи, або є несуттєві помилки – 4 – 3 бали;
- роботу виконано з певними помилками, є недоліки щодо виконання вимог до роботи і певні помилки – 2 – 1 бали;
- роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки) – 0 балів.

3. Умовою отримання першої атестації є виконання всіх запланованих на цей час робіт і поточний рейтинг не менше **10 балів**. Отримання другої атестації – поточний рейтинг не менше **21 бала** і зарахована розрахункова робота.

4. На **екзамені** студенти виконують контрольну роботу. Кожен екзаменаційний білет містить три теоретичних запитання (завдання) і одне практичне. Кожне запитання (завдання) оцінюється за такими критеріями:

Кожне питання оцінюється у 10 балів.

Система оцінювання теоретичних та практичних питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 10–9 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 8 – 6 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 5 – 3 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Система оцінювання теоретичних питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 10–9 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 8 – 6 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 5 – 3 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Максимальна сума балів, яку студент може набрати протягом семестру, складає 60 балів:

$$RC = r_{\text{лек.}} + r_{\text{мкр}} + r_{\text{рр}} + r_{\text{лаб}} = 14 + 16 + 6 + 24 = 60 \text{ балів}$$

Умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних занять, написання МКР, виконання та захист розрахункової роботи та кількість рейтингових балів не менше 30.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з освітньої компоненти

- Вимоги до оформлення розрахункової роботи, перелік запитань до МКР та екзамену наведені у електронному кампусі КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Робочу програму освітньої компоненти (силабус):

Складено доцентом кафедри хімічної технології композиційних матеріалів:

к.т.н. доц. Токарчук В.В.

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 9 від 25 травня 2023 р.).

Ухвалено кафедрою хімічної технології композиційних матеріалів (протокол № 22 від 20.06.2023 р.).