

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»  
Хіміко-технологічний факультет

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Декан хіміко-технологічного  
факультету

\_\_\_\_\_ І.М. Астрелін  
(підпис)

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2014 р.

\_\_\_\_\_ (підпис) \_\_\_\_\_ (ініціали, прізвище)

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 201\_ р.

**КУРСОВИЙ ПРОЕКТ ВП-09/3**

(код кредитного модуля)

з навчальної дисципліни "ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ НЕОРГАНІЧНИХ  
РЕЧОВИН-1. ТЕХНОЛОГІЯ МІНЕРАЛЬНИХ КИСЛОТ І СОЛЕЙ"

**РОБОЧА ПРОГРАМА**  
**кредитного модуля**

**підготовки**

**бакалавр**

(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

**напряму**

**6.051301 – хімічна технологія**

(шифр і назва)

**форми навчання**

**денна**

(денна/заочна)

Ухвалено методичною комісією  
хіміко-технологічного факультету  
Протокол від 29 травня 2014 р. № 8  
Голова методичної комісії

\_\_\_\_\_ О.В. Сангінова

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 р.

Робочу програму курсового проекту складено відповідно до програми навчальної дисципліни "Хімічна технологія неорганічних речовин-1. Технологія мінеральних кислот і солей" для студентів за напрямом підготовки 6.051301 "Хімічна технологія" ОКР бакалавр за денною формою навчання.

Розробники робочої програми:

Професор, д.т.н. Астрелін Ігор Михайлович

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я та по батькові)

(підпис)

(підпис)

Робочу програму ухвалено на засідання кафедри технології неорганічних речовин та загальної хімічної технології (ТНР та ЗХТ)

Протокол від "28" травня 2014 року № 12.

В/о завідувача кафедр

І.М.Астрелін

(підпис)

(ініціали, прізвище)

" " \_\_\_\_\_

2014 р.

## 1. ОПИС КРЕДИТНОГО МОДУЛЯ-1

Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Загальні показники	Характеристика кредитного модуля
Галузь знань 0513 хімічна технологія та інженерія (шифр, назва)	Назва дисципліни до якої належить кредитний модуль <b>Хімічна технологія неорганічних речовин</b>	Форма навчання: <b>денна</b> (денна/заочна)
Напрямок підготовки <b>051301</b> хімічна технологія (шифр, назва)	Кількість кредитів ECTS <b>1,5</b>	Статус кредитного модуля <b>Дисципліни вільного вибору студентів</b> (нормативний або за вибором ВНЗ/студентів)
Спеціальність _____ (шифр і назва)		Цикл, до якого належить кредитний модуль <b>професійна складова</b>
Спеціальність _____ (назва)		Рік підготовки: <b>4</b>
		Семестр: <b>7</b>
Освітньо-кваліфікаційний рівень  <b>бакалавр</b>	Загальна кількість годин <b>54</b>	Практичні год.
	Тижневих годин: аудиторних - <b>0</b> СРС - <b>3</b>	Самостійна робота <b>54</b> год. Вид та форма семестрового контролю: <b>Диф. залік</b> (екзамен/залік/диф.залік/ усний/письмовий/тестування тощо/

Кредитний модуль "Хімічна технологія неорганічних речовин-1. Технологія мінеральних солей і кислот" є базисним в навчальному плані підготовки фахівців професійного спрямування "Хімічні технології неорганічних речовин". Кредитний модуль займає важливе місце у формуванні науково-технічного світогляду сучасного фахівця з технології неорганічних речовин. Поглибленню якості підготовки цих фахівців сприяє й виконання курсового проекту (КП), який є важливим етапом підготовки студента до майбутньої професійної діяльності і передбачає:

- втілення одержаних студентом теоретичних, загально-інженерних і спеціальних знань у формі КП - індивідуального творчого завдання;
- придбання вмінь і здатності пошуку і використання навчальної, науково-технічної і довідкової літератури та інформації з INTERNET за темою КП;
- здатність використовувати персональні комп'ютери для виконання розрахунків, креслень і оформлення пояснювальної записки.

Кредитний модуль КП "Хімічна технологія неорганічних речовин-1. технологія мінеральних кислот і солей" базується на знаннях матеріалу дисциплін 2.06 "Прикладна хімія", 2.3 "Фізика", 2.4 "Загальна і неорганічна хімія", 3.1.2 "Процеси і апарати хімічних виробництв", 2.01 "Конструкційні матеріали в виробництві хімічних речовин", 2.04 "Основи проектування хімічних виробництв", 2.15 "Сучасне обладнання технологічних процесів галузі".

## 2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ КРЕДИТНОГО МОДУЛЯ-1

### 2.1. Мета кредитного модуля

Метою курсового проекту є закріплення, поглиблення і узагальнення знань і вмінь з дисципліни професійного спрямування - хімічної технології неорганічних речовин-1 (ХТНР-1) та продуктивне їх використання для розробки науково-обґрунтованих інженерних рішень з технології мінеральних кислот (сульфатної тощо) і солей - галузі, що визначає сучасний стан хімічної промисловості України. Після засвоєння кредитного модуля студент має продемонструвати **здатність** обґрунтовано використовувати фахові і фундаментальні знання для кваліфікованого аналізу, розрахунку і проектування виробництв хімічної технології неорганічних речовин, використовувати довідкові дані, результати новітніх розробок зі спеціалізованих літературних і мережевих джерел, положення ЄКСД, ЄСТД, ТУ, ДСТУ.

### 2.2. Основні завдання кредитного модуля-1

Згідно вимог програми навчальної дисципліни ХТНР-1. ТМКС, студенти в результаті виконання курсового проекту мають продемонструвати:

- *Знання*

- хімічних і фізико-хімічних характеристик сировини, продуктів і можливих відходів виробництва;
- фізико-хімічних засад розглянутих процесів;
- типових технологічних рішень щодо схем виробництва відповідного продукту;
- принципів обґрунтування основних технологічних параметрів виробництва відповідного продукту;
- екологічних наслідків виробництва відповідного продукту;
- основних показників якості продукції, умов її зберігання і транспортування.

- *Уміння*

- обґрунтувати оптимальні і раціональні параметри технологічних режимів виробництва відповідного продукту;
- розрахувати матеріальні і енергетичні потоки (баланси), габаритні і конструкційні характеристики основного і допоміжного обладнання;
- *Досвід:* асоціативного використання професійно-профільованих знань і умінь для обґрунтованого аналізу особливостей і виконання окремих видів проектних розробок технологічних процесів виробництв мінеральних кислот і солей.

## 3. ГРАФІК ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Тиждень семестру	Назва етапу роботи	Навчальний час на СРС
1	2	3
2	Отримання теми та завдання	
3-4	Підбір та вивчення літератури	4
5	Обґрунтування вибору обладнання першої стадії виробництва мінеральної кислоти	6
6-7	Обґрунтування вибору технологічного режиму першої стадії виробництва напівпродукту	7,5
8	Розрахункове обґрунтування другої стадії виробництва мінеральної кислоти	6
9-10	Розрахункове обґрунтування фізико-хімічних параметрів і конструктивних особливостей апаратури третьої стадії виробництва	6
11-12	Розрахунок матеріального і енергетичного балансів виробництва мінеральної кислоти	6

1	2	3
13	Складання і креслення технологічної схеми, розрахунок і креслення основного апарату	5,5
14	Оформлення пояснювальної записки	8
15	Подання КП на перевірку	0,5
16	Виправлення помилок	4
17	Захист курсового проекту	0,5
ВСЬОГО:		54

#### 4. ЗАВДАННЯ НА КП З ХТНР 1.-ТМКС ТА ЙОГО ЗМІСТ

- Вступ. Стисло описати роль та значення  $H_2SO_4$  в промисловому потенціалі.
- Фізико-хімічні та технологічні основи контактного методу отримання  $H_2SO_4$  за стадіями:
  - Критичний аналіз апаратурного оформлення випалу сірчаного колчедану в різних печах (ВХЗ, П, КШ). Стислий аналіз печей для спалювання сірки і сірководню.
  - Теоретичні основи та технологічні проблеми сухого та мокрого очищення випалювальних газів від недогаркового пилу.
  - Каталізатори та теоретичні основи контактного окиснення  $SO_2$ .
  - Теоретичні основи та технологія абсорбції  $SO_3$ .
- Розрахункові обґрунтування (за варіантом) випалу сірчаного колчедану в печі КШ, сухого очищення випалювального газу в КУ, Ц та ЕФ, окиснення  $SO_2$  в контактному апараті (з розрахунком об'єму каталізатора та основних габаритів контактної апаратури). Матеріальний і енергетичний баланси випалювання колчедану.
- Габаритні та конструкційні розрахунки основного обладнання технологічної схеми виробництва контактної сульфатної (сірчаної) кислоти за варіантом вихідних даних і за наступними № варіантів:
  - № 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 - піч КШ (киплячого шару);
  - № 2,4,6,8, 10, 12,14, 16 - ЕФ (електрофільтр);
  - № 17, 19, 21, 23, 25, 27 - мультициклони (МЦ);
  - № 18, 20, 22, 24, 26, 28 - КА (контактний апарат);
  - № 29-40 - КУ (котел-утилізатор).
- Графічна частина КП: креслення основного апарату та технологічної схеми виробництва контактної  $H_2SO_4$  (формат А1).
- Опис технологічної схеми отримання контактної  $H_2SO_4$  на основі сірчаного колчедану. Технологічна схема СО-2.
- Висновки.
- Реферат (трьома мовами). Ключові слова.
- Список використаної літератури.
- Додаток (при необхідності).

Вимоги до оформлення КП викладені в наступному методичному посібнику: "Хімічна технологія неорганічних речовин. Методичні вказівки до виконання курсових та дипломних проектів (робіт) для студентів напряму підготовки 6.051301 і спеціальності 7.05130101 "Хімічні технології неорганічних речовин" ХТФ / Укладачі: Князев Ю.В., Прокоф'єва Г.М., Супрунчук В.І., Синюшкін О.М. - К.: Політехніка, 2005. - 52 с.

*Варіанти вихідних даних для КП з ХТНР-1. ТМКС*

Варіант	$Q_n, \frac{T}{\text{доб.}}$	[S] <sub>недог</sub> , %	$q_F, \frac{T}{\text{м}^2 \cdot \text{доб.}}$	SO <sub>2</sub> , % об. в сухому газі	T <sub>кш</sub> , К	T <sub>г</sub> , К
1	200	0,51	8,0	14,5	1023	1123
2	200	0,55	8,5	14,0	1043	1223
3	450	0,60	10,0	14,0	1028	1198
4	200	0,42	8,0	13,5	1026	1143
5	450	0,32	9,5	13,9	1038	1193
6	200	0,6	8,2	14,1	1048	1173
7	200	0,45	10,0	14,5	1038	1208
8	450	0,51	8,4	14,3	1043	1213
9	450	0,52	9,7	13,8	1023	1223
10	450	0,60	8,5	14,0	1033	1218
11	200	0,50	10,0	13,5	1038	1138
12	200	0,47	9,2	13,8	1008	1173
13	200	0,62	10,0	13,5	993	1173
14	450	0,59	8,5	14,0	1013	1183
15	450	0,33	8,0	13,5	1033	1198
16	450	0,54	9,8	13,9	1003	1213
17	200	0,37	10,9	14,5	1043	1153
18	450	0,44	8,8	13,7	998	1163
19	450	0,55	9,9	13,8	1008	1168
20	200	0,61	8,9	13,5	1048	1218
21	200	0,48	8,2	14,0	993	1173
22	450	0,58	9,4	13,7	1003	1213
23	450	0,46	8,0	13,5	998	1168
24	200	0,38	9,7	13,5	1008	1163
25	450	0,64	8,9	13,0	1043	1133
26	450	0,50	9,8	13,1	1037	1128
27	200	0,65	10,1	13,7	1039	1130
28	450	0,57	9,6	13,8	1041	1134
29	450	0,49	9,4	14,0	1038	1138
30	200	0,63	9,8	14,1	1026	1128
31	450	0,61	9,2	13,0	1018	1121
32	450	0,59	8,9	12,3	1007	1099
33	200	0,48	10,3	12,5	1027	1124
34	450	0,46	9,75	12,7	1038	1131
35	200	0,52	10,16	11,9	1103	1169
36	450	0,59	10,37	12,9	1009	1172
37	200	0,58	9,3	14,0	999	1175
38	450	0,47	9,5	13,7	1004	1100
39	200	0,62	10,4	12,9	1011	1162
40	450	0,55	10,1	11,8	1024	1226
41	450	0,51	8,7	14,4	1029	1149
42	500	0,60	8,9	13,5	1025	1137
43	450	0,56	10,8	13,9	1038	1133
44	200	0,38	10,7	13,6	1005	1180
45	450	0,46	10,6	14,5	1037	1189
46	500	0,33	8,8	13,5	1041	1138
47	500	0,48	9,4	12,9	1026	1142

## ОБОВ'ЯЗКОВІ ВИХІДНІ УМОВИ ДЛЯ КП

- З урахуванням основних показників оптимального технологічного режиму випалу флотаційного колчедану в киплячому шарі (КШ) провести конструювання печі КШ, розрахувавши об'єм печі  $V_p$ , діаметр її нижньої циліндричної частини  $D_p$ , висоту печі  $H_p$ , лінійну швидкість газу в печі  $w_r$ , витрати дуття під решітку і вторинного дуття  $Z$ , кількість і розміри дуттьових пристроїв, діаметр газоходу для відводу газу з печі  $D_{гх}$ . Розрахувати також необхідну кількість печей КШ при добовій продуктивності сульфатнокислотного цеху 1000 т мнг (моногідрату).

### Вихідні умови для печі КШ

- Гранулометричний склад недогарку (майже дорівнює гранскладу сірчаного колчедану):

Фракція, мм	+ 0,42	- 0,42 + 0,21	- 0,21 + 0,16	- 0,16 + 0,11	- 0,109 + 0,076	- 0,076 + 0,053	- 0,053 + 0,04	- 0,04 + 0,03
мас. %	0,26	12,46	9,04	28,22	16,54	1,54	10,9	5,27
Фракція, мм	- 0,03 + 0,02	- 0,02 + 0,015	- 0,015 + 0,01	- 0,01 + 0,005				
мас. %	8,75	2,2	3,5	1,32				

- Сірчаний колчедан - марки КСФ-2; 45%, вологість 3,8%.
- Ступінь випалу сірки  $P_s$  визначити за масовою часткою залишкової сірки в недогарку  $[S]_{недог}$ , %.
- Добова інтенсивність печі  $q_F[T/(m^2 \cdot доб)]$  - за варіантом.
- Об'ємна частка  $SO_2$  у випальному газі - за варіантом.
- Температура в КШ ( $T_{кш}$ ) і газів на виході з печі ( $T_r$ ) - за варіантом.
- Відносна вологість дуттьового повітря (293 К) - 60%.
- Частка недогарку, що виноситься з КШ -  $\alpha = 0,95$ .
- Площа форкамери  $F_{фк}$  - до 35% від загальної площі двох дуттьових решіток (припустимі відхилення в той або інший бік).
- Кількість дуттьових грибків на 1  $m^2$  безпровальної частини решіток - 30; швидкість повітря в центральному каналі грибка - 12 м/с; під головкою грибка на центральному стержні - 8 отворів (швидкість повітря в них 10 м/с); діаметр отворів в трубах провальної решітки - 10 мм; швидкість повітря в цих отворах - 10 м/с.
- Витрати дуттьового повітря на провальну частину дуттьової решітки - до 35% від первинного дуття.
- Добова продуктивність печі КШ по сірчаному колчедану  $Q_p(t)$  - за варіантом.

### Відділення сухого очищення газу від пилу

- З урахуванням одержаних по печі КШ даних, розрахувати відділення сухого очищення випального газу від недогаркового пилу (котел-утилізатор-паралельно працюючі циклони-сухі електрофільтри) за наступними умовами:
  - В котлі-утилізаторі (КУ) за рахунок інерційного пиловіддалення осаджується до 25% недогаркового пилу (його найбільш крупні фракції).

- Температура випального газу на виході з КУ ГТКУ-10/40-440 (для печей КШ-200) і ГТКУ-25/40-440 (для печей КШ-450) 723 К.
- Для сухого пилоочищення рекомендується встановити об'єднані у групи циклони типу ЦН-15 або циклони СК-34 і багатопольні пластинчаті сухі електрофільтри типів ОГ-3-20 або ОГ-4-16 (на вибір студента).
- Визначення аеродинамічних характеристик циклонів і підбір необхідного типорозміру циклонів може бути проведений як за рахунковими формулами, так і за відповідними номограмами [Довідник сірчаноокислотника /Під ред. К.М.Маліна.- М.: Хімія, 1971.- С. 426-442]. За практичними даними, швидкість газу в циклонах 7-20 м/с при гідравлічному опорі  $\Delta P \approx 400$  Па.
- Вміст пилу в газі після циклонів і фракційний склад залишкового пилу розрахувати з урахуванням довідкових даних (див. рекомендовані підручники і довідники) щодо очистки газу від пилу в залежності від умовного (приведеного) діаметру пилових частинок.
- Характеристика пластинчатих електрофільтрів типу ОГ: довжина одного електрополю  $L = 2,5$  м, напруженість поля  $E = 1500$  В/см =  $150000$  В/м = 5 електростатичних одиниць ( $\text{г}^{0,5} \cdot \text{см}^{-0,5} \cdot \text{с}^{-1}$ ) в системі СГСЕ; швидкість газу в електрофільтрі 0,5 м/с; температура газу 653 К.
- Обґрунтувати необхідність (або відсутність необхідності) подальшої підготовки випального газу (якої?) до контактної окиснення оксиду сірки (IV)  $\text{SO}_2$ .

#### Контактний апарат

3. Беручи до уваги одержані за пп. 1 і 2 дані, розрахувати об'єм контактної маси, котру необхідно завантажити на перший шар контактної апарату добової продуктивності 500 т мнг за умов:
  - Сірчистий газ може бути розбавлений (до 10% від його об'єму) повітрям, що просочується до апаратів у відділенні сухого очищення газу від пилу.
  - Температура газу на вході до першого шару каталізатора 653-693 К (обґрунтувати її); тиск в апараті - атмосферний.
  - Каталізатори - СВД-2 або інші (на вибір студента).
  - Кінцевий ступінь перетворення  $\text{SO}_2$  на першому шарі каталізатора вибрати на підставі оптимальних координат процесу в чотири - або п'ятишаровому контактному апараті з проміжним міжшаровим теплообміном. Представити перебіг процесу і лінію оптимальних температур (ЛОТ) в координатах X-T.
  - Вітається і заохочується проведення повного розрахунку контактної апарату на ПК за інтеграційною програмою "H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> postadiino.xls" в середовищі Visual Basic for applications (ПКПА), а також проведення технологічних розрахунків (матеріальний, енергетичний баланси, розрахунки основного обладнання) або частини цих розрахунків (узгоджується з керівником) з реалізацією багатоваріантного підходу з варіюванням вихідних даних в межах технологічних режимів (2-3 розрахунки). Розрахунки програмувати в середовищі Excel, MathCAD тощо.

## 5. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Додається до робочої програми (Додаток А).



## 6. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Курсовий проект повинен складатись з текстової частини - пояснювальної записки об'ємом до 50 сторінок комп'ютерного тексту, а також з графічної частини - двох аркушів А1 з кресленням вибраної технологічної схеми та основного апарату.

Послідовність, зміст і вимоги до пояснювальної записки рекомендовані в пункті 4, а також в методичних рекомендаціях: "Хімічна технологія неорганічних речовин. Методичні вказівки до виконання курсових та дипломних проектів (робіт) для студентів ХТФ на пряму підготовки 6.051301 - хімічна технологія і спеціальності 7.05130101 "Хімічні технології неорганічних речовин" / Укладачі: Князев Ю.В., Прокоф'єва Г.М., Супрунчук В.І., Синюшкін О.М. - К.: політехніка, 2005. - 52 с.

Креслення повинні виконуватись або від руки, або за допомогою комп'ютерної графіки (пакети КОМПАС, AutoCAD тощо) на креслярському папері формату А1 (згідно ГОСТ 2.301-68). Уздовж сторін аркушу проводиться рамка (ліворуч - на відстані 20 мм, від інших сторін - 5 мм) У правому нижньому куті розташовують основний напис. Відповідно до Міжнародних стандартів Єдиної системи конструкторської документації, специфікації виконують на окремих аркушах формату А4 (297×210 мм) і брошурують разом з пояснювальною запискою в кінці розділу "Додатки".

## 7. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### 7.1. Базова

1. Яворський В. Технологія сірки і сульфатної кислоти. - Львів: НУ"ЛУ", 2010. - 404 с.
2. Амелин А.Г. Технологія серної кислоти. - М.: Химия, 1983.- 360 с.
3. Васильев Б.Т., Отвагина М.И. Технологія серної кислоти. - М.: Химия, 1985.-328 с.
4. Менковский М.А., Яворский В.Т. Технологія серы. - М.: Химия, 1985. - 328 с.
5. Справочник сернокислотчика /Под ред. К.М. Малина. - М.: Химия, 1971. 744 с.
6. Позин М.Е., Копылев Б.А., Бельченко Г.В. Расчёты по технологии неорганических веществ. - М.: Химия, 1977. - 495 с.
7. Астрелін І.М., Запольський А.К., Супрунчук В.І., Прокоф'єва Г.М. Теорія процесів виробництв неорганічних речовин. - К.: Вища школа, 1992. - 399 с.
8. Астрелін І.М. , Князев Ю.В., Манчук Н.М. та ін. Методичні вказівки до вивчення дисципліни "Хімічна технологія неорганічних речовин", виконання лабораторного практикуму, практичних, контрольних робіт та курсових, проектів (робіт). - К.: НТУУ "КГП", 1998. - 58 с.
9. Методичні вказівки до проведення лабораторного практикуму з курсу "Хімічна технологія неорганічних речовин" для студентів денної і заочної форми навчання /І.М.Астрелін, Н.М.Манчук, Г.М.Прокоф'єва та ін. - К.: НТУУ "КГП", 1997. - 88 с.
10. Аранская О.С. Сборник задач и упражнений по химической технологии и биотехнологии. - Минск: Университетское, 1989. - 311 с.
11. Мулярчук І.Ф. Основи виробництва. - К.: ВЦ НАУ, 2001. - 267 с.
12. Хімічні технології та хімічна промисловість /І.М.Астрелін та ін. - К.: УАБ, 1998. - 172 с.
13. Методи розрахунків у технології неорганічних виробництв (т. 1. Зв'язаний азот): Підручник /Лобойко О.Я., Товажнянський Л.Л., Слабун І.О. та ін. -Харків: НТУ "ХП", 2001. - 512 с.
14. Кожухар В.Я., Шамшурін О.В., Попова І.М., Сірчана кислота - Одеса: Екологія 2005 - 192 с.
15. Химическая технология неорганических веществ /Под ред. проф. Т.Г.Ахметова. - М.: Высшая школа, 2002. - 533 с. (книга 2).
16. Демиденко И.М., Янковский Н.А., Мельников Б.И. Производство серной кислоты. - Горловка: ОАО "Концерн Стирол", 2008. - 220 с.

## 7.2. Допоміжна

1. Терновская А.Н., Коренберг Я.Б. Обжиг серного колчедана в кипящем слое. - М.: Химия, 1991. - 198 с.
2. Астрелин И.М., Гладушко В.И. Сера и серная кислота / Развитие технологии на Украине, т. 1- К.: Наукова думка, 1976. - с. 56-94.
3. Зайцев П.М., Владимирская Т.Н., Кельман Ф.Н. Аналитический контроль в производстве серной кислоты. - М.: Химия 1979. - 286 с.
4. Амелин А.Г. Теоретические основы образования тумана при конденсации пара. - М.: Химия, 1982. - 221 с.
5. Астрелин И.М., Гладушко В.И., Князев Ю.В. и др. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов под контролем преподавателей и выполнению домашних заданий по курсу "Химическая технология неорганических веществ." - К.: КГШ, 1988. - 40 с.
6. Расчеты химико-технологических процессов / Под ред. И.П. Мухленова. Л.: Химия, 1982 - 248 с.
7. Михайленко Г.Г., Миронов Д.В., Сигал И.Я. Защита воздушного бассейна от оксидов серы - Одесса: Астропринт, 2001. - 84 с.
8. Князев Ю.В., Прокоф'єва Г.М., Супрунчук В.І., Синюшкін О.М. Хімічна технологія неорганічних речовин. Методичні вказівки до виконання курсових та дипломних проектів (робіт). - К.: ІВЦ "Видавництво "Політехніка", 2005. - 52 с.

## 4. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ:

<http://tnr.xtf.kpi.ua/n/dis/HTNR1>

<http://xtf.kpi.ua/z/tnr/vykladachi/astrelin>

**ПОЛОЖЕННЯ**  
**про рейтингову систему оцінки успішності студентів**  
**з КУРСОВОГО ПРОЕКТУ з КРЕДИТНОГО МОДУЛЮ**  
**"ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ НЕОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН-1**  
**ТЕХНОЛОГІЯ МІНЕРАЛЬНИХ КИСЛОТ І СОЛЕЙ"**

для напрямку: 6.051301 - хімічна технологія професійного спрямування "Хімічні технології неорганічних речовин"  
 факультету: хіміко-технологічного

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за 6 складових:

- обґрунтованість і доцільність прийнятих науково-технологічних рішень;
- якість розрахунків;
- якість пояснювальної записки КП;
- якість графічної частини КП;
- дотримання графіка виконання КП;
- захист курсового проекту.

## **СИСТЕМА РЕЙТИНГОВИХ БАЛІВ**

### **1. Обґрунтованість і доцільність прийнятих науково-технологічних рішень:**

Ваговий бал - 10

*Критерії оцінювання:*

10 балів: рішення доцільні і повністю доказово обґрунтовані;

8-9 балів: більшість прийнятих рішень ( $\geq 85$  до 94%) одержали повноцінно обґрунтування і їх можна вважати доцільними;

6-7 балів: від 65 до 84% рішень є обґрунтованими і доцільними;

4-5 балів: від 60 до 64% рішень одержали повноцінне обґрунтування;

1-3 балів: менше 60% рішень одержали обґрунтування.

### **2. Якість розрахунків:**

Ваговий бал - 10

*Критерії оцінювання:*

10 балів: розрахунки виконані без зауважень;

7-9 балів: розрахунки виконані з незначними неточностями;

4-6 балів: в розрахунках були суттєві помилки;

1-3 балів: розрахунки виконані з грубими помилками.

### **3. Якість пояснювальної записки КП:**

Ваговий бал-10

*Критерії оцінювання:*

10 балів: пояснювальну записку оформлено бездоганно у повній відповідності до вимог ДСТУ і кафедральних вказівок;

5-9 балів: до оформлення пояснювальної записки є 2-3 зауваження;

1-4 балів: пояснювальну записку оформлено неохайно.

#### **4. Якість графічної частини КП:**

Ваговий бал - 10

*Критерії оцінювання:*

9- 10 балів: безпомилкове виконання та оформлення креслень і специфікацій до них;

6-8 балів: вірне, в цілому, виконання з незначними недоліками в оформленні або похибками при кресленні окремих елементів;

4-5 балів: виконання вірного креслення після навідної допомоги викладача або виконання та оформлення креслення зі значущими помилками, які підлягають виправленню;

1-3 балів: неповне виконання завдання або виконання з грубими помилками, що підлягають не виправленню, а переробки завдання.

#### **5. Дотримання графіка виконання КП:**

Ваговий бал - 10

*Критерії оцінювання:*

10 балів: безпомилкове виконання, оформлення в планові строки і захист до 20 грудня;

6-9 балів: відхилення в строках виконання КП в межах до 1-1,5 тижня і захист до 30 грудня;

1-5 балів: відхилення в строках виконання КП в межах 2-2,5 тижнів і захист після 30 грудня.

#### **6. Захист курсового проекту**

Ваговий бал - 50

*Критерії оцінювання:*

50-41 балів: вільне володіння матеріалом; доповідь, що розкриває зміст проекту і отримані результати, впевнене обґрунтування запропонованих рішень, повна і безпомилкова відповідь на всі запитання комісії при наявності елементів продуктивного творчого підходу, демонстрація вміння впевненого застосування фундаментальних і фахових знань;

40-31 балів: доповідь, що розкриває зміст проекту і отримані результати, досить впевнено обґрунтовує запропоновані рішення; при відповідях на запитання комісії кількість неточностей не перевищує 20%; відповіді ґрунтуються тільки на матеріалах КП;

30-21 балів: доповідь, в цілому, розкриває зміст КП і отримані результати, обґрунтування запропонованих рішень, взагалі, вірні, проте містять й значні помилки при наявній деякій непевності у відповідях, демонструється ряд прогалин у фундаментальних знаннях;

20-11 балів: доповідь неповно розкриває зміст КП і отримані результати, неповні і частково невірні відповіді на запитання комісії;

11-1 балів: доповідь є далекою від розкриття змісту КП і отриманих результатів, неповні і частково невірні відповіді на запитання комісії;

0 балів: відсутність на захисті без поважних причин або відмова від участі в захисті.

#### **Штрафні бали (r<sub>s</sub>) за:**

- використання (плагіат) елементів розрахунків або креслень інших студентів і подання їх за свої..... -10 балів за кожний розділ.

## РОЗРАХУНОК ШКАЛИ РЕЙТИНГОВИХ ОЦІНОК З КРЕДИТНОГО МОДУЛЯ (RD):

Сума вагових балів контрольних заходів ( $R_c$ ) протягом семестру складає:

$$R_c = \sum_k r_k = 10 + 10 + 10 + 10 + 10 = 50$$

Складова захисту ( $R_{зах}$ ) дорівнює 50 балам. Таким чином, рейтингова шкала з модулю складає:

$$RD = R_c + R_{зах} = 50 + 50 = 100 \text{ балів}$$

Необхідними умовами допуску до захисту КП є стартовий рейтинг ( $r_c$ ) не менше 50% від  $R_c$ , себто 25 балів. Таким чином, студенти, які набрали протягом семестру рейтинг вищий або рівний за  $0,5R_c$  ( $>25$  балів), допускаються до захисту курсового проекту. В іншому випадку, вони виправляють помилки і доопрацьовують КП в частині пояснювальної записки і креслень.

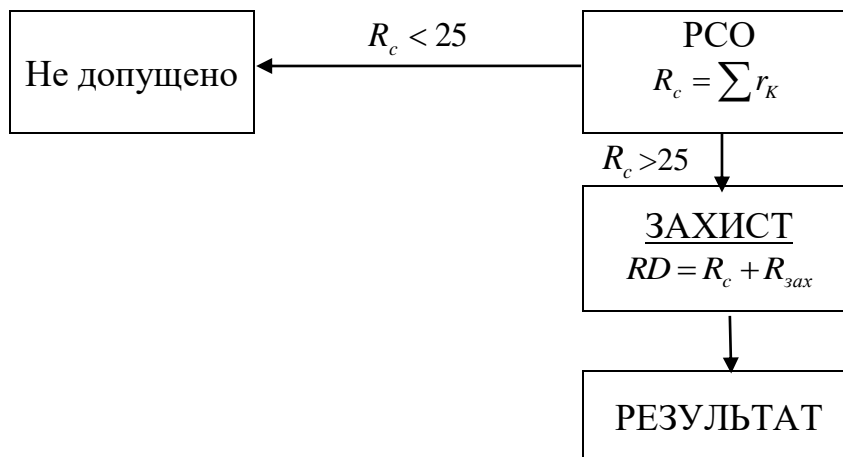


Схема функціонування рейтингової системи оцінювання (PCO)

Для отримання студентом відповідних оцінок (ECTS та традиційних) його рейтингова оцінка RD переводиться згідно з таблицею:

$RD = R_c + R_e$	Оцінка ECTS та її визначення	Традиційна оцінка
100...95	A - відмінно	Відмінно
94...85	B – дуже добре	Добре
84...75	C - добре	Добре
74...65	D - задовільно	Задовільно
64...60	E – достатньо (задовольняє мінімальні критерії)	Задовільно
$RD < 60$	Fx незадовільно	Незадовільно
$R_c < 25$	F – незадовільно (потрібна додаткова робота)	Не допущений

Склав: \_\_\_\_\_ проф. Астрелін І.М.

Ухвалено на засіданні кафедри ТНР та ЗХТ

Протокол № 12 від 28 квітня 2014 р.

В.о. зав. кафедрою \_\_\_\_\_ проф. Астрелін І.М.