

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

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан хіміко-технологічного
факультету

_____ І.М. Астрелін
(підпис)

« ____ » _____ 2017 р.

"ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ НЕОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН"

ПРОГРАМА
навчальної дисципліни

підготовки

бакалавр

(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

напряму

6.051301 – хімічна технологія

(шифр і назва)

шифр 2.2.11

Ухвалено методичною комісією
хіміко-технологічного факультету
Протокол від 7 червня 2017 р. № 7
Голова методичної комісії

_____ О.В. Сангінова

« ____ » _____ 2017 р.

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Д.т.н., професор, Астрелін Ігор Михайлович _____

(підпис)

К.т.н., доцент, Концевой Андрій Леонідович _____

(підпис)

К.т.н., доцент, Толстопалова Наталія Михайлівна _____

(підпис)

Програму затверджено на засідання кафедри
технології неорганічних речовин, водоочищення
та загальної хімічної технології

Протокол від "19" травня 2017 року № 11.

В/о завідувача кафедр

_____ Н.М.Толстопалова
(підпис) (ініціали, прізвище)
" ____ " _____ 2017 р.

© НТУУ "КПІ", 2017 рік

© НТУУ "КПІ", 201__рік

Вступ

Програму навчальної дисципліни "Хімічна технологія неорганічних речовин" (ХТНР) складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів напряму 6.051301 Хімічна технологія.

Навчальна дисципліна належить до циклу дисциплін вільного вибору студентів (професійна складова) і являється базисною для профільюючих дисциплін в навчальному плані підготовки фахівців професійного спрямування «Хімічні технології неорганічних речовин».

Методичною основою вивчення і викладення дисциплін є всебічний і, в тому числі, критичний розгляд і аналіз існуючих і перспективних вітчизняних і зарубіжних технологічних систем з виробництва мінеральних кислот і солей, технологій зв'язаного азоту і хімічних добрив, їх апаратурного оформлення з чітким виділенням завдань і обов'язків, що покладаються на фахівців з освітньо-кваліфікаційним рівнем бакалавра з хімічної технології або виникають при їх професійній діяльності, а саме:

- Кваліфікований вибір оптимального технологічного режиму і оперативне його підтримання як в окремому хіміко-технологічному агрегаті (реактор, скруббер, контактний апарат та ін.), так і в технологічній лінії в цілому при виробництві неорганічної та суміжної продукції;
- Організація грамотної експлуатації основного і допоміжного хімічного обладнання в процесі його роботи (основні хімічні апарати, а також насоси, дозувальними, живильники, внутрішньоцехові транспортні мережі тощо);
- Організація поточного контролю і оперативного дистанційного керування технологічними процесами за показниками КВП і засобів автоматизації, в тому числі з застосуванням комп'ютерної техніки і сучасних систем типу АСК ТП;
- Аргументований аналіз позитивних сторін та недоліків технологічних процесів на основі науково-технічних, техніко-економічних, маркетингових, менеджерських, екологічних та соціальних оцінок застосованих інженерних рішень з наробкою і реалізацією обґрунтованих пропозицій і рекомендацій в напрямку вдосконалення конкретних виробничих процесів за фахом.

Викладення дисципліни ХТНР передбачає послідовне і систематичне її вивчення у взаємозв'язку з проведенням практичних і лабораторних занять розрахунково-технологічного характеру, виконанням курсового проекту та поточних і модульних контрольних робіт і програмних індивідуальних завдань на позааудиторну самостійну роботу, що, в цілому, дозволяє досягти основної мети дисципліни ХТНР: надбання студентами спеціальних знань, вмінь, навичок та досвіду, необхідних для успішної діяльності за фахом.

Предмет навчальної дисципліни: фізико-хімічні основи, основне і допоміжне обладнання та технологічні схеми виробництв неорганічних речовин.

Міждисциплінарні зв'язки:

Дисципліна "Хімічна технологія неорганічних речовин" займає важливе місце у формуванні світогляду сучасного фахівця з технології неорганічних речовин. Навчальний матеріал дисципліни "Хімічна технологія неорганічних речовин" базується на знаннях дисциплін нормативної частини ОПП 2.4 «Загальна та неорганічна хімія», 3.1.2 «Процеси і апарати хімічних виробництв», 3.1.3 «Загальна хімічна технологія», 3.1.9 «Фізична хімія»; дисциплін варіативної частини ОПП 2.06 «Прикладна хімія», 2.07 «Теоретичні основи технології неорганічних речовин», 2.12 Технологічна практика. Дисципліна також сприяє підготовці студентів до виконання дипломного проекту ОКР «Бакалавр» і складання вступних екзаменів для подальшого навчання за ОКР «Магістр» і «Спеціаліст» за спеціальністю 8(7).05130101 "Хімічні технології неорганічних речовин".

1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1.1. Мета навчальної дисципліни

Після засвоєння дисципліни «Хімічна технологія неорганічних речовин» студент має продемонструвати **здатність**: використовувати базові знання в області технології неорганічних речовин для освоєння дисциплін професійної та практичної підготовки (компетенція загальнонаукова КЗН-3 ОКХ бакалавра); мати базові уявлення про різноманітність об'єктів хімічної технології, промисловості, хімічної продукції (компетенція загально-професійна КЗП-1 ОКХ бакалавра); використовувати сучасні уявлення про принципи структурної організації та типові функції і механізми роботи технологічних об'єктів хімічних виробництв (компетенція загально-професійна КЗП-3 ОКХ бакалавра), використовувати базові уявлення про основні закономірності розвитку й сучасні досягнення в хімічних технологіях, розуміння ролі енергозбереження в сучасній техніці (компетенція загально-професійна КЗП-7 ОКХ бакалавра), а також **здатність** використовувати теоретичні знання й практичні навички для оволодіння основами теорії й методів хіміко-технологічних досліджень в технології *промислових газів* (компетенція спеціалізовано-професійна КСП-4 ОКХ бакалавра), в хімічній технології *зв'язаного азоту та азотної кислоти* (компетенція спеціалізовано-професійна КСП-5 ОКХ бакалавра), в хімічній технології виробництва *сірчаної кислоти* (компетенція спеціалізовано-професійна КСП-7 ОКХ бакалавра), в хімічній технології виробництва *мінеральних добрив* (компетенція спеціалізовано-професійна КСП-8 ОКХ бакалавра).

1.2. Основні завдання навчальної дисципліни

Студенти після засвоєння навчальної дисципліни «Хімічна технологія неорганічних речовин» мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- хімічних та фізико-хімічних характеристик сировини (в т.ч. вторинної сировини) і основної продукції неорганічних речовин, зокрема мінеральних кислот, солей тощо;
- головних напрямків і областей використання основної неорганічної продукції;
- фізико-хімічних (теоретичних) засад неорганічних і суміжних хіміко-технологічних виробництв;
- типових технологічних схем неорганічних і суміжних виробництв,
- основних технологічних параметрів типових процесі неорганічних виробництв та методів їх оптимізації;
- новітніх тенденцій з удосконалення технологій неорганічних речовин;
- прогресивних заходів з підвищення екологічності технологій неорганічних речовин, якості і споживчих характеристик неорганічної і суміжної продукції.

уміння:

- обґрунтувати оптимальні параметри технологічних режимів типових виробництв неорганічної і суміжної продукції;
- розрахувати матеріальні і енергетичні потоки (баланси) неорганічних і суміжних виробництв, витратні коефіцієнти з сировини, матеріалів, енергії, габаритні, конструкційні та експлуатаційні параметри основних та допоміжних апаратів хімічної технології;
- здійснити лабораторні дослідження хіміко-технологічних процесів та оцінити одержані результати;
- виконати лабораторні дослідження сировини і продуктів реакції;

- використовувати одержані знання і навички для вирішення в умовах виробництва технологічних та екологічних завдань з грамотної експлуатації хімічного обладнання, керування технологічними процесами, підтримки та зміни технологічних режимів, пуску і планового та аварійного припинення роботи технологічних агрегатів.

Досвід: асоціативного використання професійно профільованих знань і умінь для аналізу особливостей і виконання окремих видів проектних розробок технологічних процесів та устаткування виробництв технології неорганічних речовин.

2. Структура навчальної дисципліни

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 420 годин/14 кредитів ECTS.

Навчальна дисципліна містить кредитні модулі:

- 1) Технологія мінеральних кислот і солей (шифр 2.2.11.1).
- 2) Курсовий проект (шифр 2.2.11.2).
- 3) Технологія зв'язаного азоту і хімічних добрив (шифр 2.2.11.1).
- 4) Курсова робота (шифр 2.2.11.3).

Рекомендований розподіл навчального часу

Форма навчання	Кредитні модулі	Всього		Розподіл навчального часу за видами				Семестрова атестація
		кредитів	години	Лекції	Практичні (семінарські) заняття	Лабораторні роботи (комп'ютерні практикуми)	СРС	
Денна	<i>Всього</i>	14	420	126	54	40	204	
	1	6	180	72	36	-	72	диф. залік
	2	1,5	45	-	-	-	45	диф. залік
	3	5,5	165	54	-	36	57	диф. залік
	4	1	30	-	-	-	30	диф. залік
Заочна	<i>Всього</i>	14	420	6	4	6	404	
	1	6	180	4	2	6	168	диф. залік
	2	5,5	165	2	2	-	161	диф. залік
	3	1,5	45	-	-	-	45	диф. залік
	4	1	30	-	-	-	30	диф. залік

3. Зміст навчальної дисципліни

Кредитний модуль 1 (шифр 2.2.11.1)

ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ СІРКИ ТА СІРКОВІСНИХ НЕОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

Зміст і місце дисципліни ХТНР в формуванні фахівців з хімічної технології та інженерії. Цілі вивчення дисципліни ХТНР.

Народногосподарське значення сірки, сульфатної кислоти та сірковмісних сполук

Області застосування сірковмісних сполук в народному господарстві

Хімічна галузь України і характеристика її складової частини - виробництва сірковмісних неорганічних сполук. Сульфатна кислота - "хліб" хімічної промисловості. Історичний аспект виробництва і застосування сірковмісних сполук.

Фізико-хімічні властивості сульфатної кислоти і напівпродуктів її одержання

Фізико-хімічні властивості сульфатної кислоти

Валентно-структура формула сульфатної кислоти. Хімічна активність її, фізико-хімічні властивості, теплоти розбавлення і змішування та їх розрахунок. Сорти сульфатної кислоти. Хімічні і фізико-хімічні властивості SO_2 і SO_3 . Оксиди сірки як окиснювачі і відновники. Полімеризація SO_2 Амідо- і імідосульфінкові кислоти. Одержання чистих SO_2 і SO_3 та їх застосування. Хлорсульфонова кислота.

Елементарна сірка як сировина для одержання оксиду сірки (IV)

Фізико-хімічні властивості елементарної сірки та її кристалічних енантіотропних модифікацій. Діаграма топлення сірки. Залежність в'язкості сірки від температури.

Полімерна сірка. Проміжні алотропні форми сірки. Одержання полімерної сірки з натрію тіосульфату.

Родовища самородної сірки в Україні і світі. Сингенетична та епігенетична сірка. Методи добування самородної сірки та їх критичний аналіз. Огляд технологій збагачення самородної сірки. Одержання газової сірки. Процеси Клауса і "Superclaus". Новітні розробки з технології одержання чистої сірки.

Природні і промислові сполуки як сировина для одержання оксиду сірки (IV)

Природна сірковмісна сировина

Гіпс, алуніти, сірчаний колчедан, галіт, каїніт, лангбейніт, шеніт, мірабіліт, бішофіт, сильвініт, піротин (магнітний колчедан), вуглисті колчедан, халькопірит та інші сульфідні руди - їх характеристика як природної сировини для одержання сульфатної кислоти і промислово-цінних сірковмісних сполук. Відповідні технології переробки.

Сірковмісні промислові відходи як сировина для одержання сірки, сульфатної кислоти та іншої продукції

Травильна кислота, фосфогіпс, гідролізна кислота, агломераційні, топкові та інші SO_2 -вмісні викидні гази, сірководень, їхня фізико-хімічна характеристика. Масштаби таких відходів в Україні. Перспективні технології їх утилізаційної переробки.

Технологія виробництва оксиду сірки (IV)

Випалення твердої сірковмісної сировини.

Фізико-хімічні засади випалення піриту, вугільного колчедану, троїліту, сульфідних мінералів. Склад випального газу. Кількість і склад недогарків.

Печі випалення твердої сірковмісної сировини.

Головні недоліки механічних печей і печей П. Теоретичні засади процесів в киплячому шарі (КШ). Швидкість процесів масо- і теплопередачі в КШ. Конструкція печей КШ і схема пічного виділення відповідних цехів. Прогресивні рішення проблеми подальшої інтенсифікації печей КШ (печі КПЦВ, ДКПМ, циклонні печі "Chemadex").

Недогарок випалення твердої сірковмісної сировини. Спалювання сірки і сірководню.

Обладнання для відбору і транспортування недогарку. Утилізація колчеданного недогарку. Печі для спалювання сірки. Підготовка сірки до спалювання. Здобування сірководню з промислових газів. Агрегати для спалювання H_2S .

Теоретичні, технологічні і екологічні засади підготовки SO_2 -вмісних газів

Очищення промислових газів від пилу, туману, домішок.

Механічне, електричне очищення, режими, обладнання. Схеми і режими спеціального очищення промислових газів. Очищення випального газу без утворення туману. Новітні розробки з технології очищення промислових газів від пилу і туману.

Фізико-хімічні засади і технологія контактного окиснення оксиду сірки (IV)

Фізико-хімічні засади контактного окиснення оксиду сірки (IV)

Становлення контактного методу. Статистика і динаміка окиснення SO₂. Принципи розрахунків з кінетики окиснення оксиду сірки (IV).

Каталізатори окиснення SO₂. Кінетика окиснення SO₂.

Характеристика ванадієвих каталізаторів (СВД, СВС, СВБ, ІК, LP-120, Cs-120, VK-38A, RHV-49, BASF-04-10, СВНТ, МВВ, КС, КД). Теоретичні засади їх дії. Отруєння каталізаторів. Перспективні нароби з синтезу нових ванадієвих каталізаторів.

Кінетичні і технологічні умови окиснення SO₂ на ванадієвих каталізаторах. Визначення кількості контактної маси. Рівняння Борескова-Іванова-Буянова, Марса-Майсена, Еклунда, Померанцева, Іваненко-Салтанової, Шимічека. Оптимальні економічні умови окиснення SO₂.

Окиснення SO₂ в киплячому шарі каталізатора.

Гідродинамічні фактори і їх вплив на кінетику окиснення SO₂ в КШ каталізатора. Порівняльний аналіз процесу окиснення оксиду сірки (IV) в нерухомому і киплячому шарах ванадієвих каталізаторів. Відображення процесу окиснення SO₂ на діаграмах х-Т за умови двошарового розміщення каталізатора.

Контактні апарати. Сталість контактних апаратів.

Конструкції контактних апаратів. Аналіз переваг і недоліків різних за конструкцією контактних апаратів. Контактне відділення сульфатнокислотного цеху. Схеми ПК-ПА. Напрямки удосконалення конструкції контактних апаратів (вітчизняні і зарубіжні нароби).

Визначення сталості за Ляпуновим. Параметрична чутливість шарів каталізатора і контактного апарату. Рівняння параметричної чутливості і умови сталості контактного апарату.

Фізико-хімічні засади і технологія виробництва контактної сульфатної кислоти

Фізико-хімічні основи процесу абсорбції SO₃. Абсорбційне відділення сульфатнокислотного цеху.

Теоретичні основи процесу абсорбції цільового інгредієнту газової суміші. Фізико-хімічні засади визначення оптимальних умов абсорбції SO₃ з "контактного" газу. Розрахункові обґрунтування абсорбції SO₃. Використання надсульфатних кислот при одержанні продукційної сульфатної кислоти.

Обґрунтування технологічної схеми абсорбційного відділення. Конструкції основної апаратури абсорбційного відділення. Новітні розробки в напрямку удосконалення процесу абсорбції газів. Автоматизація абсорбційного відділення.

Одержання покращених і спеціальних сортів сульфатної кислоти.

Галузі промисловості, що вимагають застосування покращених сортів сульфатної кислоти. Обґрунтування схем одержання 65%-го олеуму, реактивної сульфатної кислоти, акумуляторної сульфатної кислоти, 100%-го SO₃.

Виробництво сульфатної кислоти за методом СО (сухого очищення). Альтернативні технології сульфатної кислоти. Енергозбереження у виробництві сульфатної кислоти.

Недоліки класичних схем виробництва сульфатної кислоти ("довгих схем"). Теоретичні засади процесу СО. Ефект ЗАПК (захоплення аерозолів працюючим каталізатором). Розрахункові обґрунтування процесу СО. Технологічна схема СО-2.

Одержання сульфатної кислоти з гіпсу і фосфогіпсу, з топкових газів, з викидних гаїв металургійних виробництв, з відпрацьованих кислот, з сірководню. Техніко-економічний і екологічний аналізи цих технологій.

Теплові процеси при виробництві сульфатної кислоти. Баланс енергії. Методи і обладнання для утилізації і перетворення енергії екзотермічних процесів у виробництві сульфатної кислоти.

Знешкодження викидних газів контактних сульфатнокислотних систем

Знешкодження викидних газів

Розрахункове обґрунтування екологічної необхідності очищення викидних газів сульфатнокислотних систем. Методи знешкодження викидних газів сульфатнокислотних виробництв та аналіз їх ефективності. Новітні розробки і забезпечення екологічної чистоти сульфатнокислотних виробництв.

Прогресивні напрямки вдосконалення технології контактної сульфатної кислоти

Стратегічні напрямки вдосконалення: прогресивні нароби

Підвищення одиничної потужності устаткування, застосування тиску, циркуляційні схеми. Аналіз цих напрямків на основі трьох принципів: випереджуючого загального рішення, комплексної реалізації факторів інтенсифікації (принцип доповнення), принципу реальної перспективи.

Циркуляційні схеми з застосування тиску і кисню. Циркуляційно-конденсаційні системи. Суміщений агрегат "FeS₂-Fe₂O₃". Нестационарний каталіз. Суміщення виробництва H₂SO₄, H₂, O₂. Струмінно-циркуляційний шар. Біотехнологічні методи.

Технологія виробництва сульфатної кислоти нітрозним методом та перспективи її модернізації

Нітрозна сульфатна кислота

Фізико-хімічні основи нітрозного процесу. Технологічна схема, режим і апаратура баштових систем. Недоліки сучасних схем. Внесок кафедри в вирішення проблеми вдосконалення технології нітрозної сульфатної кислоти. Напрямки подальшої модернізації цієї технології. Концентрування розбавлених сульфатних кислот.

Конструкційні матеріали у виробництві агресивних газуватих і рідинних неорганічних сполук

Метали, сплави, хімічно стійкі неорганічні і органічні матеріали

Корозія. Корозійна стійкість металів. Сталь, свинець, алюміній, сплави, мідь, титан. Хімічно стійкі неорганічні матеріали: кислототривкий цемент, кам'яне лиття, кераміка, емаль.

Фаоліт, вініпласт, поліізобутилен, поліетилен, фторопласт, АТМ-1, гума, синтетичні каучуки, "полін". Техніка безпеки у виробництві неорганічних речовин.

Література: [1, с. 318-323], [2, с. 325-352], [4, с. 155-203].

ТЕХНОЛОГІЯ ГАЛОГЕНВМІСНИХ МІНЕРАЛЬНИХ КИСЛОТ ТА СУМІЖНИХ СПОЛУК

Виробництво хлориду водню та соляної кислоти

Властивості хлориду водню і соляної кислоти, області застосування. Способи виробництва хлориду водню. Фізико-хімічні основи сульфатного методу прямого синтезу хлориду водню. Апаратурне оформлення процесу.

Сполуки фтору, області застосування, методи одержання з природної фторвмісної сировини та з викидних газів тукової промисловості

Області застосування фтористих сполук і їх властивості. Джерела отримання фтористих сполук і технологічні способи. Схема одержання безводного фториду водню і плавикової кислоти з флюориту. Одержання фториду-біфториду амонію із викидних фтористих газів.

Виробництво засобів захисту рослин на прикладі хлороксиду міді

Область використання засобів захисту рослин, зокрема, хлороксиду міді. Способи виробництва. Фізико-хімічні основи методу з використанням відходів мідного лому і природного вапняку. Вибір і обґрунтування технологічної схеми виробництва.

Хіміко-технологічні процеси при гідрометалургійному виробництві сполук кольорових металів, алюмінію, урану

Класифікація і властивості металів. Типові хіміко-технологічні процеси в гідрометалургії. Виробництво глинозему із природних бокситів, сієнітів, каолінів, нефелінів. Виробництво сполук урану. Особливості збагачення уранвмісної сировини. Стадії одержання уранового концентрату і сполук урану. Одержання сполук кольорових металів з природної сировини і техногенних відходів.

Типові хіміко-технологічні процеси у виробництві тугоплавких неорганічних матеріалів

Номенклатура тугоплавких неорганічних виробів. Сировина, яка використовується у виробництві тугоплавких неорганічних матеріалів. Типові виробничі процеси. Технологічні схеми виробництва портландцементу і керамічних матеріалів.

Виробництво хлорату калію (бертолетової солі)

Області застосування, способи одержання бертолетової солі. Фізико-хімічні основи технології виробництва $KClO_3$ з використанням вапняного молока. Вибір і обґрунтування технологічної схеми виробництва.

Кредитний модуль 3 (шифр 2.2.11.1)

ТЕХНОЛОГІЯ ЗВ'ЯЗАНОГО АЗОТУ

Методи фіксації атмосферного азоту

Роль азоту і його сполук у житті рослинного і тваринного світу. Властивості азоту (нітрогену), його застосування і сполуки. Історія і перспективи розвитку азотної промисловості. Методи фіксації атмосферного азоту.

Виробництво азоту кріогенним методом

Реальні гази. Т-S діаграма і зображення на ній основних процесів. Методи одержання низьких температур. Ам'ячна холодильна установка. Тепловий баланс випарника. Цикли кріогенних установок Лінде і Капіці. Визначення частки зрідженого газу, холодопродуктивності і ККД циклу. Розділення повітря. Типи установок для розділення повітря. Конструкції ректифікаційних колон і конденсатора. Технологічна схема розділення повітря.

Виробництво азотно-водневої суміші конверсійним методом

Методи очищення природного газу від сполук сірки. Гідрування органічних сполук сірки. Адсорбційне очищення від сірководню. Каталізатори і адсорбенти. Конструкція реакторів. Методи конверсії природного газу. Обґрунтування двоступеневої конверсії природного газу. Конверсія природного газу парою. Пароповітряна конверсія метану. Фізико-хімічні основи. Термодинаміка, каталізатори, кінетика. Технологічна схема і апарати двоступеневої конверсії природного газу. Парокиснева, парокисневоповітряна, паровуглекислотна конверсії метану, область застосування і їх порівняння.

Конверсія оксиду вуглецю (II) парою. Фізико-хімічні основи конверсії оксиду вуглецю (II) парою. Термодинаміка, каталізатори, кінетика. Технологія конверсії: Радіальні і поличні конвертори оксиду вуглецю (II).

Очищення конвертованого газу від оксидів вуглецю. Технологія очистки газу від оксиду вуглецю (IV) розчином гарячого поташу та моноетаноламіну. Порівняльний аналіз абсорбційних методів очистки від оксидів карбону. Технологія очищення газу від оксидів вуглецю методом каталітичного гідрування (метанування). Термодинаміка, каталізатори, кінетика. Технологія очищення. Конструкція метанатора. Особливості розрахунку процесу в зовнішньо-дифузійній області. **Синтез аміаку**

Фізико-хімічні основи синтезу аміаку. Термодинаміка, каталізатори, кінетика синтезу. Конденсація аміаку: необхідність двох ступіней, вплив технологічних параметрів на ступінь конденсації. Технологія синтезу аміаку. Вибір параметрів. Регламент синтезу аміаку. Технологічні схеми синтезу різної продуктивності. Конструкції колон синтезу. Організація температурного режиму. Розрахунок об'єму каталізатора. Конструкції колон синтезу аміаку та їх порівняння. Допоміжне устаткування агрегатів синтезу аміаку. Виробництво водню мембранним розділенням продувного газу.

Виробництво азотної (нітратної) кислоти

Стадії виробництва азотної кислоти. Хімічна схема виробництва неконцентрованої азотної кислоти. Фізико-хімічні основи і технологія контактного окиснення аміаку. Каталізатори конверсії аміаку: склад і методи виготовлення. Фізико-хімічні основи і технологія окиснення оксиду азоту (II). Особливості процесу, кінетичне рівняння. Обладнання. Технологія переробки оксидів азоту на неконцентровану азотну кислоту. Процеси і апарати, основні і допоміжні. Технологія очищення викидних газів: високо- і низькотемпературна каталітична схема очищення. Технологічна схема виробництва азотної кислоти під єдиним тиском 0,73 МПа та комбінованої за тиском схеми АК-72. Устаткування схем. Конструкції контактного апарату, абсорбційної колони, реактора очищення викидних газів. Технологія концентрованої азотної кислоти Отримання рідких оксидів азоту. Колона синтезу. Технологічна схема. Перспективи і напрями розвитку виробництва азотної кислоти.

Синтез метанолу

Конструкція реакторів синтезу метанолу. Організація теплообміну. Технологічна схема під середнім тиском. Допоміжне устаткування синтезу метанолу.

Виробництво водню

Виробництво водню електролізом води. Теоретичні основи і конструкція електролізерів. Високотемпературна некаталітична конверсія метану. Термодинаміка процесу. Вірогідність виділення карбону. Технологічна схема. Газифікація твердого палива. Термодинаміка процесу. Вірогідність виділення карбону. Технологічні схеми. Основна апаратура.

ТЕХНОЛОГІЯ ХІМІЧНИХ ДОБРІВ

Синтез азотних добрив

Фізико-хімічне обґрунтування апаратурного оформлення і технологічної схеми виробництва аміачної (амонійної) селітри. Злежувальність селітри і методи її усунення. Особливості зберігання і транспортування аміачної селітри. Особливості розрахунків матеріальних і теплових балансів цього виробництва. Фізико-хімічне обґрунтування апаратурного оформлення і технологічної схеми виробництва карбаміду. Стрипінг - процес. Основне обладнання. Особливості розрахунків матеріальних і теплових балансів цього виробництва. Вимоги до якості карбаміду, зберігання карбаміду. Фізико-хімічне обґрунтування апаратурного оформлення і технологічної схеми виробництва аміачної води. Основне обладнання. Особливості розрахунків матеріальних і теплових балансів цього виробництва.

4. Рекомендована тематика практичних занять

Основною метою практичних занять з дисципліни ХТНР є навчання студентів використовувати теоретичні знання, набуті на лекціях і при самостійній роботі, для вирішення конкретних практичних завдань з фахового напрямку, набуття студентами вмінь і навичок проведення технологічних і проектно-конструкторських розрахунків з фаху. При цьому одночасно ставиться за мету поглиблення теоретичних знань при усвідомленні студентами методики застосування цих знань для розрахункового обґрунтування реальних рішень з фахової діяльності. Практичні заняття забезпечують також умови більш кваліфікованого виконання реального курсового проекту зі спеціальності ХТНР.

Кредитний модуль 1

1. Матеріальний і енергетичний баланси процесів випалювання сірчаного колчедану і спалювання елементарної сірки
2. Розрахунковий вибір обладнання для очищення газів (в т.ч. сірчастих) від пилу і туману
3. Розрахунки процесу контактного окиснення оксиду сірки (IV)
4. Розрахункові обґрунтування режиму С.О. у виробництві H_2SO_4 .
5. Розрахунки умов теплової стійкості гетерогенного каталітичного процесу окиснення SO_2 .
6. Розрахунки обґрунтування процесів раціонального використання енергії у виробництві контактної сірчаної (сульфатної) кислоти
7. Розрахункові обґрунтування заходів з підвищення екологічності технології сірчаної (сульфатної) кислоти
8. Розрахунок процесу абсорбції хлориду водню у адіабатичних умовах
9. Розрахунки процесу сірчаноокислотного розкладання природної фторвмісної сировини

Кредитний модуль 3

1. Матеріальний і тепловий розрахунок спалювання природного газу. Термодинамічний розрахунок реакції азоту з киснем.
2. Розрахунки параметрів повітря, азоту і кисню за паперовими S-T діаграмами. Розрахунок аміачної холодильної установки.
3. Термодинамічні розрахунки циклів Лінде та Капіци. Матеріальний і конструктивний розрахунки нижньої колони розділення повітря.
4. Матеріальні і теплові розрахунки двоступеневої конверсії метану і оксиду карбону (II) парою.
5. Матеріальні і теплові розрахунки одноступеневої конверсії природного газу. Кінетичний розрахунок конвертора оксиду карбону (II) парою.
6. Розрахунок очищення технологічного газу від оксиду карбону (IV) гарячим розчином поташу.
7. Розрахунок очищення технологічного газу від оксиду карбону (IV) розчином моноетаноламіну.
8. Розрахунок матеріального і теплового балансу синтезу аміаку.
9. Матеріальний і тепловий розрахунок окиснення аміаку і оксиду азоту (II).
10. Розрахунок кислотоутворення в холодильнику конденсаторі.
11. Розрахунок кислотоутворення в абсорбційній колоні.
12. Розрахунок низькотемпературного каталітичного очищення викидного газу від оксидів азоту.
13. Розрахунок високотемпературного каталітичного очищення викидного газу від оксидів азоту.

5. Рекомендований перелік лабораторних робіт

Основні завдання циклу лабораторних занять націлені на те, щоб виконати хімічний аналіз сировини і продуктів хімічного перетворення при одержанні хімічних добрив і солей і

здійснити лабораторні дослідження хіміко-технологічних процесів та оцінити одержані результати.

Кредитний модуль 3

1. Техніка безпеки. особливості проведення лабораторних робіт з хімічної технології неорганічних речовин. Правила оформлення протоколів. Ревізія основних методів аналізу неорганічних речовин.
2. Одержання екстракційної фосфатної кислоти.
3. Аналіз сировини, готової продукції і відходів у виробництві екстракційної фосфатної кислоти.
4. Отримання йодиду калію як препарату, який входить до складу мікродобрив і сільськогосподарських префіксів.
5. Одержання хроматів окиснювальним випалювання хромітів.
6. Отримання сульфату міді (мідного купоросу) - речовини для виробництва мікродобривних сумішей.
7. Азотнокислотне розкладання фосфатів.

6. Рекомендовані індивідуальні завдання

Метою індивідуальних завдань - курсового проекту для кредитного модуля 1 і курсової роботи для кредитного модулю 2 - є стимулювання студентів до самостійного осмислення теоретичного і фактичного матеріалу, самостійного виконання матеріальних, теплових і конструктивних розрахунків, вдосконалення вмінь пошуку та аналізу інформації з програмного матеріалу (в т. ч., з використанням мережі Інтернет) і творчого, продуктивного, обґрунтованого рішення індивідуального завдання, що максимально наближена до реальних виробничих проблем.

7. Рекомендована література

Кредитний модуль 1

Базова

1. Яворський В. Технологія сірки і сульфатної кислоти. - Львів: НУ"ЛУ", 2010. - 404 с.
2. Амелин А.Г. Технология серной кислоты. - М.: Химия, 1983.- 360 с.
3. Васильев Б.Т., Отвагина М.И. Технология серной кислоты. - М.: Химия, 1985.-328 с.
4. Менковский М.А., Яворский В.Т. Технология 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 "КПІ", 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 "КПІ", 1997. - 88 с.
10. Позин М.Е. Технология минеральных солей. - Л.: Химия, 1970. - 4.1.2.-1158 с.).
11. Аранская О.С. Сборник задач и упражнений по химической технологии и биотехнологии. - Минск: Университетское, 1989. - 311 с.
12. Мулярчук І.Ф. Основи виробництва. - К.: ВЦ НАУ, 2001. - 267 с.
13. Хімічні технології та хімічна промисловість /І.М.Астрелін та ін. - К.: УАБ, 1998. - 172 с.

14. 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.
15. Зайцев В.А , Новиков А.А., Родин В.И., Производство фтористых соединений при переработке фосфатного сырья. - М.: Химия, 1982.-247 с.
16. Кожухар В.Я., Шамшурін О.В., Попова І.М., Сірчана кислота - Одеса: Екологія, 2005. - 192 с.
17. Химическая технология неорганических веществ /Под ред. проф. Т.Г.Ахметова. - М.: Высшая школа, 2002. - 533 с. (книга 2).
18. Демиденко І.М., Янковський Н.А., Мельников Б.И. Производство серной кислоты. - Горловка: ОАО "Концерн Стирол", 2008. - 220 с.

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. Левинский М.И., Мазанко А.Ф., Новиков И.Н. Хлористый водород и соляная кислота. -М.: Химия, 1985. - 160 с.
7. Расчеты химико-технологических процессов /Под ред. И.П.Мухленова. Л.: Химия, 1982 - 248 с.
8. Михайленко Г.Г., Миронов Д.В., Сигал И.Я. Защита воздушного бассейна от оксидов серы - Одесса: Астропринт, 2001. - 84 с.
9. Галкин Н.П., Зайцев В.А., Серегин М.Б. Улавливание и переработка фторсодержащих газов. - М.: Атомиздат, 1975. - 239 с.
10. Пащенко А.А. Общая технология силикатов. - К.: Высш. шк., 1983. - 354 с.
11. Ф.Шрайбман С.С. Производство бертолетовой соли и других хлоратов. - М.: Химия, 1958. - 367с.

Кредитний модуль 3

Базова

1. Технологія зв'язаного азоту. Підручник/Л. Л.Товажнянський, О.Я Лобойко та ін. - Харків: НТУ "ХПГ", 2007. - 536 с.
2. 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 "ХПГ", 2001.-512с.
3. Янковський М.А. Технологія аміаку. Навчальний посібник / М.А. Янковський, І.М. Демиденко, Б.І. Мельников, О.Я. Лобойко, Г.М. Корона. Дніпропетровськ, УДХТУ, 2004. - 300 с.
4. Производство аммиака /Под ред. В.П. Семенова. - М.:Химия, 1985. - 368 с.
5. Производство азотной кислоты в агрегатах большой единичной мощности / Под ред. В.М. Олевского. - М.: Химия, 1985. - 300 с.
6. Астрелін І.М. Методичні вказівки до вивчення дисципліни "Хімічна технологія неорганічних речовин", виконання лабораторного практикуму, практичних, контрольних робіт та курсових проектів (робіт). / І.М. Астрелін, Ю.В. Князев, Н.М.

Манчук та ін. - К.: НТУУ "КШ", 1998. - 58 с.

7. Андреев Ф.А. Технология связанного азота. / Ф.А. Андреев, С.И. Каргин, Л.И. Козлова - М.: Химия, 1974. - 464 с.
8. Методичні вказівки до проведення лабораторного практикуму з курсу «Хімічна технологія неорганічних речовин» /Укладачі І.М. Астрелін, Н.М. Манчук, Г.М. Прокоф'єва та ін. - К.: НТУУ «КШ», 1997. - 88 с.

Допоміжна

1. Производство азотной кислоты в агрегатах большой единичной мощности [Текст] /Под ред. В.М. Олевского. - М.: Химия, 1985. -400 с.
2. Аммиак. Вопросы технологии. [Текст] учебное пособие /под общ. ред. Н.А.Янковского. Горловка. ОАО «Концерн Стирол». - 2001. - 497 с.
3. Очистка технологических газов [Текст] учебное пособие //Под ред. Т.А. Семеновой - /М.: Химия, 1977. - 488 с.
4. Жаворонков Н. М. Справочник азотчика: В 2 ч. / под ред. Н. М. Жаворонкова. - М.: Химия, 1986.-Ч. 1.-512с.
5. Жаворонков Н. М. Справочник азотчика: В 2 ч. / Под ред. Н. М. Жаворонкова. - М.: Химия, 1987.-4.2. -464с.
6. Вакк З.Г. Производство технологического газа для производства аммиака, метанола, водорода й высших углеводов. Теоретические основы, технология, катализаторы, оборудование, системы управления. Учебное пособие / З.Г. Вакк, Г.В.Шуклин, И.Л. Лейтес. -М., 2011 -480 с. ІЗВК 978-5-98801-33-3.
7. Технологія фосфоровмісних добрив, кислот і солей. І.М.Астрелін, Л.Л. Товажнянський, О.Я.Лобойко та ін; за ред. Л.Л. Товажнянського. - Харків: Видавництво «Підручник НТУ «ХТО», 2011. - 288 с.

8. Засоби діагностики успішності навчання

1. Модульні і поточні контрольні роботи - проводяться з метою ревізії теоретичних знань, що набуті на лекціях і закріплені на практичних заняттях та при самостійній роботі.
2. Рейтингова система оцінки успішності студентів з кредитних модулів, курсового проекту і курсової роботи.
3. Семестрові екзамени або диф. заліки.

9. Методичні рекомендації

Комплексне і системне вивчення дисципліни досягається взаємозв'язком лекцій, практичних занять та лабораторних робіт. Підвищенню рівня засвоєння матеріалу сприяє також виконання курсового проекту і курсової роботи.

При викладанні дисципліни слід акцентувати увагу студентів на взаємозв'язок фізико-хімічних основ процесів з конструкцією реакторів і послідовністю їх розташування в технологічному ланцюгу. При цьому треба робити акцент на виборі конструкційних матеріалів для обладнання і устаткування технологічних схем виробництв неорганічних речовин з точки зору ефективного, безпечного і раціонального проведення технологічного процесу.

В основу програми даної дисципліни покладено авторські підходи, рішення і лабораторне забезпечення, що напрацьовані на кафедрі ТНР та ЗХТ впродовж ряду років з урахуванням великої кількості підручників і посібників, що видано за останні роки. Лекційний матеріал є квінтесенцією досить широкої інформації про процес з термодинамічної, кінетичної і технологічної точок зору і викладається виключно в проблемному плані з акцентом на зв'язок теоретичних засад процесу з особливостями його реалізації на практиці.