

Контрольні запитання для самоперевірки знань

### 1. Методи фіксації атмосферного азоту

Роль азоту і його сполук у житті рослинного і тваринного світу.

Властивості азоту, його застосування і сполуки. Історія і перспективи розвитку азотної промисловості. Методи фіксації атмосферного азоту. Валентність і ступінь окиснення азоту в його сполуках.

Література: 1, 7

### 2. Виробництво азоту кріогенним методом

Методи концентрування газових сумішей. Методи одержання низьких температур. S-T діаграми і зображення на них процесів стиснення ізотермічного, адіабатичного і неадіабатичного, випаровування, конденсації, дроселювання, детандування, охолодження, нагрівання. Компресійні і абсорбційні холодильні цикли – принцип дії, схема і зображення на діаграмі S-T. Цикли кріогенних установок Лінде і Капіці – принцип дії, схема і зображення на діаграмі S-T. Визначення холодопродуктивності, частки зрідженого газу і ккд циклу.

Розділення повітря. Схеми принципова і технологічна установки для розділення повітря. Обґрунтування різних значень тиску в нижній і верхній ректифікаційних колонах при розділенні повітря. Конструкції ректифікаційних колон і конденсатора.

Принципи побудови рівноважної і робочої ліній ректифікації повітря.

Література: 1, 2, 7

### 3. Виробництво азотно-водневої суміші конверсійним методом

Методи очистки природного газу від сполук сірки. Гідрування органічних сполук сірки. Адсорбційна очистка від сірководню. Каталізатори і адсорбенти. Технологічна схема. Конструкція реакторів.

Методи конверсії природного газу. Обґрунтування двоступеневої конверсії природного газу. Конверсія природного газу парою. Термодинаміка, кінетика і каталізатори процесу.

Пароповітряна конверсія метану. Фізико-хімічні основи. Термодинаміка, каталізатори, кінетика. Технологічна схема і апарати двоступеневої конверсії природного газу. Конструкція реакційної труби.

Парокиснева, парокисневоповітряна, паровуглекислотна конверсії метану, область застосування і їх порівняння.

Література: 1, 2, 3, 7, 12

Конверсія оксиду вуглецю (II) парою. Фізико-хімічні основи конверсії оксиду вуглецю (II) парою. Термодинаміка, каталізатори СТК і НТК, кінетика. Технологія конверсії, технологічна схема очистки. Радіальні і поличні конвертори оксиду вуглецю (II), їх переваги і недоліки.

Література: 1, 2, 3, 9

Очищення конвертованого газу від оксидів вуглецю. Абсорбційні методи очистки технологічного газу від двооксиду вуглецю: реакції, переваги і недоліки. Фізична абсорбція: переваги і недоліки, розрахунок рушійної сили для прямого току і протитоку. Хімічна абсорбція: переваги і недоліки, розрахунок рушійної сили для прямого току і протитоку. Тарілчасті і насадкові абсорбери, переваги і недоліки. Ескізи конструкції. Технологія очистки газу оксиду вуглецю розчином гарячого поташу та моноетаноламіну, технологічні схеми очистки. Порівняльний аналіз абсорбційних методів очистки від оксидів карбону. Література: 1, 2, 3, 7

Технологія тонкої очистки газу від оксидів вуглецю методом каталітичного гідрування – необхідність, реакції. Графік залежності  $X=f(T)$ . Термодинаміка, каталізатори, область протікання процесу, кінетика. Технологічна схема очистки, конструкція апарату. Причини направлення газу на факельну установку («свічу»).

Література: 1, 3

### 4. Синтез аміаку

. Фізико-хімічні основи синтезу аміаку. Термодинаміка, каталізатори, кінетика синтезу. Конденсація аміаку: вплив технологічних параметрів на ступінь конденсації, необхідність двох ступіней. Вплив інертних газів на термодинаміку і кінетику синтезу. Вплив концентрації інертних газів на параметри процесу – витрати свіжого, продувального та циркуляційного газів. Принципова і технологічна схеми синтезу.

Конструкції колон синтезу. Організація теплообміну (температурного режиму). Розрахунок об'єму каталізатора за об'ємною швидкістю.

Допоміжне устаткування агрегатів синтезу аміаку – конденсаційна колона і випарник.

Література: 1, 3, 7, 9

### 5. Виробництво азотної кислоти

Хімічна схема виробництва неконцентрованої азотної кислоти. Технологія контактного окиснення аміаку. Фізико-хімічні основи - термодинаміка, каталізатори, кінетика. Технологія окиснення оксиду азоту (II). Термодинаміка, кінетика. Особливість кінетики окиснення.

Технологія переробки оксидів азоту на неконцентровану азотну кислоту. Фізико-хімічні основи. Термодинаміка, кінетика. Розрахунок рівноважних тисків оксидів азоту над розчином азотної кислоти.

Технологія очистки викидних газів: високо- і низькотемпературна каталітична схема очистки.

Технологічна схема виробництва азотної кислоти під тиском 0,73 МПа та схеми АК-72. Устаткування схем. Конструкції контактного апарату, абсорбційної колони, реактора очищення викидних газів. Використання енергії викидного газу.

Література: 1, 2, 4, 7, 10

Технологія прямого синтезу концентрованої азотної кислоти. Стадії процесу прямого синтезу. Отримання рідких оксидів азоту. Фізико-хімічні основи окремих стадій - термодинаміка, кінетика. Колона синтезу, вибілювальна колона.

Література: 1, 4, 7, 10

#### **6. Виробництво метанолу**

Технологія приготування синтез – газу для синтезу метанолу: реакції, термодинаміка, каталізатори, кінетика. Реакторна база. Фізико-хімічні основи синтезу метанолу. Термодинаміка, каталізатори, кінетика синтезу метанолу. Порівняння режимів та економічних показників схем синтезу метанолу під високим і середнім тиском. Вплив концентрації інертних газів на параметри процесу – витрати свіжого, продувального та циркуляційного газів. Конструкція колон синтезу метанолу. Організація теплообміну в реакторі. Технологічна схема під середнім тиском. Допоміжне устаткування синтезу метанолу.

Література: 1, 4, 7, 8

#### **7. Виробництво водню**

Виробництво водню електролізом води. Теоретичні основи і конструкція електролізерів. Методи зниження споживання електроенергії при електролізі.

Література: 1, 7

Високотемпературна конверсія природного газу. Термодинаміка процесу. Вірогідність виділення карбону. Технологічна схема.

Література: 1, 7

Газифікація твердого палива. Реакції газифікації твердого палива, склад генераторного газу в залежності від його призначення і складу окиснювачів. Способи компенсації ендотермічних ефектів при газифікації.

Література: 1, 7, 9

#### **8. Синтез азотних добрив**

Фізико-хімічне обґрунтування апаратурного оформлення і технологічної схеми виробництва аміачної селітри. Злежувальність селітри і методи її усунення. Особливості зберігання аміачної селітри. Конструкція і принцип дії апарату ВТН (використання теплоти нейтралізації) у виробництві нітрату амонію. Вплив концентрації азотної кислоти на концентрацію розчину селітри. Можливість отримання селітри без упарювання. Рішення екологічних проблем у виробництві селітри.

Література: 1, 2, 10

Фізико-хімічне обґрунтування апаратурного оформлення і технологічної схеми виробництва карбаміду. Реакції синтезу карбаміду. Обґрунтування високого тиску. Схеми синтезу з рециклом повним і частковим – порівняння, недоліки і переваги. Конструкція і принцип дії апарату синтезу карбаміду. Особливості стріпінг процесу.

Література: 1, 2, 10

Фізико-хімічне обґрунтування апаратурного оформлення і технологічної схеми виробництва аміачної води. Основне обладнання.

Література: 7

### **НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ**

#### **Основні**

1. Технологія зв'язаного азоту. Підручник/Л. Л.Товажнянський, О.Я.Лобойко та ін. – Харків: НТУ “ХП”, 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 “ХП”, 2001. - 512 с.
3. Технологія аміаку. Навчальний посібник / Янковський М.А., Демиденко І.М., Мельников Б.І., Лобойко О.Я., Корона Г.М. Дніпропетровськ, УДХТУ, 2004.–300с.
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., 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.

#### **Додаткові**

7. Андреев Ф.А., Каргин С.И., Козлова Л.И. Технология связанного азота. -М.: Химия, 1974. – 464 с.
8. Антрощенко В.И. Методы расчета по технологии связанного азота. - К.: Вища школа, 1978. - 312 с.
9. Справочник азотчика (т.1)/ Под ред. Н.М. Жаворонкова. - М.: Химия, 1986.- 512 с.
10. Справочник азотчика (т.2)/ Под ред. Н.М. Жаворонкова. - М.: Химия, 1987.- 464 с.
11. Антрощенко В.И., Каргин С.И. Технология азотной кислоты. - М.: Химия, 1970.-494 с.
12. Лейбуш А.Г. Производство технологического газа для синтеза аммиака и метанола из углеводородных газов. - М.: Химия, 1971. - 286 с.
13. Караваев М.М., Засорин А.П., Клещев Н.Ф. Каталитическое окисление аммиака, - М.: Химия, 1983. - 232 с.