

признать, что подготовка полноценного ученого или инженера невозможна без должной широты знаний, среди которых история науки и техники должна занимать ведущее место [8]. И если «без прошлого нет будущего» для цивилизации в целом и для человека в частности, то и для технического прогресса нет будущего без истории науки и техники. Изучение ее невозможно представить без технических музеев. Таким образом, перед музеями предприятий стоит двоякая задача: сохранение научно-технического наследия для будущего и открытие его для нынешнего поколения.

**Список литературы:** 1. *Зитерев М. А.* «О роли музеев в развитии современного общества». Материалы 1-ой международной научно-практической конференции «Технический музей: история, опыт, перспективы». – К.: НАУ, 2008. - 212с. 2. *Вишневецкая И. А.* «Перспективные возможности музейной педагогики в развитии культурной формы «Музей»». Материалы 1-ой международной научно-практической конференции «Технический музей: история, опыт, перспективы». – К.: НАУ, 2008. - 212с. 3. Грищенко В. Т., Остапченко В. А., Сидоренко Н. Ф. и др. Страницы истории НТ СКБ «Полисвет» Производственного объединения «Коммунар». 1952 – 2002 гг. Харьков: design/проект, 2001. - 412с. 4. Научно-производственное предприятие Хартрон-Аркос. Хроника дат и событий.1959 – 2005 гг. Второе издание (дополненное). Харьков: НПП Хартрон-Аркос, 2006. – 212 с. 5. *Ларьков Н. С.* «Харьков космический». – Х.: Консум, 2006. – 192с. 6. Малиновский Б. Н. Первые бортовые ЭВМ ракетно-космических комплексов. Глава из книги «Очерки по истории вычислительной техники в Украине», Киев, «Феникс», 1998. - 452с. 7. *Акулич Е. М.* «Музей как социокультурное явление». М.: Ежемесячный научный и общественно-политический журнал российской академии наук. Социологические исследования. 2004. № 10, С. 89-92. 8. *Витвицкий В. М.* «Материалы 1-ой международной научно-практической конференции «Технический музей: история, опыт, перспективы Популяризация научных знаний – историческая традиция политехнического музея». – К.: НАУ, 2008. - 212с.

*Поступила в редколлегию 18.05.09*

УДК 661.938

**С. О. ГРИНЬ**, д-р. техн. наук, проф. НТУ «ХП»;  
**П. В. КУЗНЕЦОВ**, канд. техн. наук, НТУ «ХП»

## **ІСТОРИЧНІ АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ ПРОМИСЛОВОГО СИНТЕЗУ АМІАКУ**

Наведено дослідження перших етапів розвитку виробництва синтетичного аміаку. Показана роль аміаку в життєдіяльності живих організмів, його природне походження й необхідність синтетичного виробництва. Розглянута історія розвитку синтезу аміаку показала, що багато вчених із різних країн використовували аналогічні методи технологічних рішень, незалежно один від одного. Показано, що розвиток виробництва синтетичного аміаку привів до необхідності подальшої розробки методу отримання оксидів азоту, а з них – нітратної кислоти шляхом каталітичного окиснення аміаку.

Research of the first stages of development of production of synthetic ammonia is resulted. The retined role of ammonia is in the vital functions of living organisms, its natural origin and necessity of synthetic production. The considered history of development of synthesis of ammonia retined that many scientists from different countries had used the analogical methods of technological decisions, independent of each other. It is retined that development of production of synthetic ammonia resulted in the necessity of subsequent development of method of receipt of oxides of nitrogen, and from them – nitrate acid by catalytic oxidization of ammonia.

**Вступ.** Історія розвитку синтезу аміаку не може бути відокремлена від історії хімічної технології. Хімічна технологія як наука має багатовікову історію й виникла одночасно з появою хімічних промислів, була тільки розділом практичної хімії з появою способів готування й консервування харчових продуктів, вироблення шкір, фарбування тканини, виноробства, миловаріння, виробництва металів тощо. Виникнення в Європі мануфактур та промислів з метою отримання хімічних продуктів слід відносити до XV ст., коли почали з'являтися невеликі спеціалізовані підприємства з виготовлення кислот, лугів, солей, фармацевтичних препаратів.

У другій половині XVIII ст. були закладені основи хімічної технології як науки та навчальної дисципліни. Уперше в цьому розуміння термін «технологія» було використано в 1772 р. професором Гьотингенського університету І. Беркманом, який вперше надрукував комплексні роботи, що були першими підручниками з хімічної технології [1].

Великий внесок у розвиток хімічної технології зробив професор Іл'єнков, який надрукував у 1851 р. «Курс хімічної технології» – енциклопедію всіх хімічних підприємств, що існували в той час.

У другій половині XIX ст. широко розвивались дослідження в галузі каталізу, що дозволили здійснити в промисловому масштабі багато хімічних процесів, особливо для технології синтетичного аміаку. Аміак – дуже реакційно-здатна речовина; основні значення мають реакції окиснення, заміщення водню й особливо приєднання. Аміак є основним джерелом азоту мінеральних добрив, відіграє ключову роль у вирішенні світової проблеми задоволення потреб населення продуктами харчування, що сьогодні є дуже актуальним. Використання аміаку не обмежено тільки виробництвом мінеральних азотних добрив; він є також основним проміжним продуктом для одержання великої кількості різних азотовмісних речовин, що виробляється азотною промисловістю. Сучасному виробництву аміаку властиві питання підбору каталізаторів для окиснення аміаку у виробництві нітратної кислоти, яка в свою чергу широко використовується безпосередньо та для одержання продукції в різних галузях промисловості.

Знання набувають особливого значення, коли стають надбанням ученого. Отже, саме для майбутніх дослідників необхідно збирати розкидані «камни исторической судьбы» хімічної промисловості.

**Мета й завдання дослідження.** Хімічна промисловість України має нелегку й нерівну в часі історію. Були сплески й падіння, створювались нові

виробництва світового рівня, якими країна пишалась, і грікі проблеми подальшого існування технологій. Хімічна промисловість України завжди була важливою складовою промислового комплексу держави. Тож, безумовно, аналіз розвитку технології синтезу аміаку, як складової азотної промисловості, дозволить обґрунтовано вирішувати подальший розвиток хімічної промисловості. У статті розглянуто історію й тенденції початку розвитку виробництва аміаку, історичний аналіз сировинної бази та технологічні аспекти основних стадій технології синтезованого аміаку.

**Кругообіг азоту в природі.** Хімічні елементи на нашій планеті знаходяться в процесі біогеохімічного кругообігу, коли з неорганічного середовища через рослини та тваринні організми попадають знову в неорганічне середовище з використанням сонячної енергії.

Синтез аміаку з азоту й водню є основним методом технічної фіксації азоту. Відомо, що в природі хімічно дуже інертний атмосферний азот безупинно проходить цикл різноманітних складних перетворень, на шляху яких у рослинах із неорганічних сполук утворюються необхідні й незамінні для живих організмів високомолекулярні азотовмісні органічні речовини – білки. Швидкість природної фіксації азоту дуже мала, половина необхідного для життєдіяльності азоту повертається через атмосферу приблизно за 100 млн. років. Населення Землі щорічно збільшується, що супроводжується відповідним зростанням потреб у білкових продуктах харчування, оскільки кожна людина повинна щодня одержувати близько 100 г білка, що містить 16–17 г азоту [2–5]. Очевидно, що швидкість природного кругообігу азоту в природі не відповідає високим темпам його споживання. Це переконливо свідчить про необхідність штучного синтезу азотовмісних сполук для живлення рослин і забезпечення білками живих організмів. Аміак відіграє роль «транспортного засобу» для переносу атмосферного азоту через ґрунт рослинами й від них – живим організмам. Таким чином, природний кругообіг азоту одержав новий додатковий штучно створений шлях «повітря – аміак – азотні добрива – ґрунт». Щорічно зв'язаний з атмосферними процесами азот потрапляє в ґрунт, у ґрунті шляхом біологічної фіксації мікроорганізмами надходить для харчування рослин. У природі аміак зустрічається майже винятково у вигляді своїх солей. У різних формах він утворюється в ґрунтових біохімічних процесах розкладання рослинних і тваринних білків, є продуктом обміну речовин у живих організмах, його поява супроводжує вулканічні виверження. Поряд із цим природним походженням аміак і його солі утворюються як побічні продукти при промисловій переробці (газифікації, коксуванні) палива рослинного походження – вугілля, торфу й т. п.

Таким чином, аміак природного чи синтетичного походження використовується в кругообігу азоту в природі, який відіграє величезну роль у забезпеченні живильними білками населення Землі в боротьбі проти голоду під час частих неврожаїв та катастроф.

### **Історичні аспекти виробництва синтетичного аміаку за кордоном.**

Аміак був відомий ще стародавнім алхімікам, вільний аміак уперше був отриманий Д. Прістлі в 1774 р., а К. Бертолле в 1784 р. установив його елементарний склад із нітрогену й гідрогену; об'ємне співвідношення цих елементів 1:3, що відповідає формулі  $\text{NH}_3$ , було доведено в 1860 р. У. Генрі [2, 3, 4, с. 9–10]. Величезне значення для розвитку хімії азоту мали й роботи Д. І. Менделєєва.

Перші спроби синтезу аміаку з його елементів було почато відразу ж після встановлення складу. Одними з найбільш складних і важливих досліджень в області неорганічної хімії були роботи з вивчення процесу одержання аміаку з азоту (нітрогену) і водню (гідрогену). Практична цінність і інтерес до цих досліджень різко зросли після 1840 р., коли Ю. Лібіх запропонував теорію мінерального харчування рослин, яка рекомендувала безперервне внесення в ґрунт великої кількості азотних добрив. Однак аж до початку ХХ ст. усі спроби прямого синтезу аміаку виявились безуспішними, хоча й були накопичені цінні спостереження про зворотність реакції й дії металів, що прискорюють синтез.

У 1839 р. Ф. Кюльман безуспішно намагався синтезувати аміак з азоту й водню, пропускаючи їх через розжарену губчасту платину [5, с. 14–15]. Багато вчених спостерігали утворення слідів аміаку при пропусканні електричного струму через суміш азоту й водню.

У 1886 р., намагаючись здійснити синтез аміаку, Рамзай і Вільямс прийшли до висновку, що цей процес фактично нездійснений, тому що при температурі нижче  $1000\text{ }^\circ\text{C}$  вони не спостерігали взаємодії азоту з воднем, а при більш високій температурі весь аміак розкладався [4, с. 18]. Вивченням рівноваги реакції синтезу аміаку зайнявся німецький хімік Ф. Габер у 1900 р. і переломним моментом у розробці промислового методу синтезу аміаку були його дослідження з Ф. Нернстом, проведені в 1904–1907 рр. [4, с. 18]. Наукова дискусія дозволила встановити більш точні значення констант рівноваги реакції синтезу аміаку з елементів при підвищених тисках до 7,5 МПа. Стало зрозуміло, що зниження температури й підвищення тиску повинні зрушувати рівновагу вбік утворення аміаку тому, що реакція синтезу аміаку екзотермічна й проходить із сильним зменшенням об'єму. У 1901 р. Ле Шательє – автор загального закону зміщення рівноваги – незалежно від Ф. Габера знайшов ті ж умови синтезу аміаку. Для реалізації цих умов був знайдений каталізатор – осмії, досить активний при низьких температурах.

У результаті досліджень Габер і Бош розробили й запропонували в 1908 р. для промислового впровадження замкнуту циркуляційну систему синтезу аміаку. Здійснення цієї концепції було зроблено фірмою BASF (Баварська анліно-содова фабрика, Німеччина) під керівництвом К. Боша [5, с. 14–15]. Через 5 років був розроблений і технічно реалізований перший промисловий процес синтезу аміаку під високим тиском, який з імен творців названий

«процесом Габера-Боша». У 1913 р. у Німеччині було запущено перший у світі завод синтетичного аміаку продуктивністю 30 т/добу.

Серед багатьох технічних проблем, які треба було вирішити, необхідно насамперед назвати створення реакторів, що функціонують при високих тисках (близько 20 МПа) і температурах (біля 500 °С). Надзвичайно важливим для успішного розвитку й поширення цього промислового процесу було відкриття недорогого активного каталізатора із тривалим періодом експлуатації. Із цією метою П. Мітташ зі співробітниками провели на фірмі BASF досліди, в яких випробували велику кількість різних каталізаторів. Найкращі результати були отримані на змішаному каталізаторі – магнетиті з активуючими добавками ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ), який відновлювався в реакторі синтез-газом до металевого заліза [5, с. 15]. Ця каталітична система й сьогодні є основою для різних модифікацій.

Упровадження в промисловість процесу синтезу аміаку в свою чергу викликало потребу в усторонніх дослідженнях процесу глибокого охолодження газів, необхідних для одержання азоту й виробництва водню. Саме в азотній промисловості метод глибокого охолодження газів знайшов своє широке застосування.

У 1895 р. базуючись на ефекті Джоуля-Томсона – охолодження реальних газів при їх адіабатичному розширенні, Лінде розробив винятково простий засіб зрідження газів, застосувавши метод глибокого охолодження для вилучення суміші азоту й водню з коксового газу [6, с. 6–7].

На перших етапах розвитку виробництва синтетичного аміаку необхідний для цього процесу водень у ряді країн одержували громіздким залізо-паровим методом, розробленим Лавуазьє ще в 1783 р. Даний метод, заснований на перемінному окисненні  $\text{FeO}$  паром води до  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  і відновленні останнього водяним газом знову до  $\text{FeO}$ , був малопродуктивним і пов'язаним із величезними витратами тепла.

У 1905 р. Лінде й Франк розробили метод одержання аміаку, заснований на глибокому охолодженні водяного й коксового газу. Метод глибокого охолодження коксового газу одержав значну підтримку, коли цим зацікавилась відома німецька фірма холодильних машин Лінде в Мюнхені. Установка була запущена в 1926 р. у м. Остенде й дала настільки ефективні результати, що вже в 1928 р. вона була подвоєна з упровадженням допоміжних генераторів водяного газу. Оскільки коксова промисловість набирала все більший розвиток, з ініціативи Фрідріха Уде з Герне (Рурський басейн) разом зі співробітниками фірми Лінде було застосовано метод глибокого охолодження для одержання азотоводневої суміші з коксового газу [7, с. 8]. Перший завод за способом Ф. Уде був уведений в експлуатацію в 1927 р. на коксохімічних печах шахти Монт-Сеніз у Рурській області. Проектна потужність цього заводу складала біля 20 тис. т аміаку за рік.

У 20-і роки ХХ ст. виробництво аміаку починає швидко розвиватися в Англії, Франції, Італії, Росії, СРСР та інших країнах.

**Створення промислового синтезу аміаку в Росії.** Розвиток синтетичного способу виробництва аміаку визвало необхідність подальшої розробки методів одержання оксидів азоту та нітратної кислоти шляхом контактного окиснення аміаку. У Росії І. І. Андрєєв самостійно розробив технологію виробництва нітратної кислоти контактним окисненням аміаку й за короткий час він виконав цілий комплекс досліджень спочатку в лабораторних умовах, а потім – на реальній напівзаводській установці, де були вивчені всі технологічні параметри, необхідні для проектування цеху [6, с. 7]. І. І. Андрєєв успішно вирішив складні питання, пов'язані з одержанням аміаку з аміачної води коксохімічних заводів та очищення цього аміаку від забруднюючих домішок.

У Росії в 1918–1919 рр. академік В. Н. Іпатьєв зі співробітниками проводить експерименти з одержання синтетичного аміаку в апараті вітчизняної конструкції на різних каталізаторах. У 1919 р. на змішаному молібденово-фрамовому каталізаторі з домішкою оксиду алюмінію під тиском 7,5 МПа ними був досягнутий вихід аміаку 6,55 % [7, 8, с. 72]. Наприкінці 1925 р. на Чернореченському хімічному заводі (нині ВАТ «Корунд», м. Дзержинськ Нижегородської області), заснованому перед Першою світовою війною за ініціативи Д. І. Менделєєва, вступив у дію перший завод синтетичного аміаку продуктивністю 24 т/добу, побудований за допомогою італійської фірми «Казале». Перша черга установки синтезу аміаку складалась з трьох колон внутрішнім діаметром 400 мм, які працювали під тиском 7,4 МПа [8, с. 90]. Продуктивність кожного апарату складала 8 т рідкого аміаку за добу. Для одержання водню було застосовано залізопаровий спосіб. Азот одержували розділенням повітря. У цей період споруджувалась установка виробництва аміаку за технологією американської фірми «Найтроджен» на Новомосковському, Березниковському й Дніпродзержинському хімічних заводах, а одержання водню базувалось на газифікації твердого палива [8, с. 92]. Вони були обладнані колонами синтезу аміаку внутрішнім діаметром корпусу 700 мм з тиском 30 МПа. Проектна потужність їх складала 25 т/добу. Для виробництва азотоводневої суміші використовували метод каталітичної конверсії напівводняного газу з водяною парою. Очистка газу від діоксиду вуглецю здійснювалась відмиванням водою в скруберах під тиском 1,6 МПа; від оксиду вуглецю – абсорбцією водяними розчинами комплексних мідно-аміачних солей під тиском 12 МПа [8, с. 435–437].

У 1933 р. і 1938 р. для виробництва аміаку були введені Горлівський, Дніпродзержинський і Кемеровський заводи, де розподіл коксового газу проводили методом глибокого охолодження (до  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), а в 1940 р. – Чирчикський електрохімічний комбінат, де водень одержували електролізом води [7, с. 15].

Таким чином, напередодні Другої світової війни СРСР мав 7 азотних заводів сумарною потужністю 400 тис. т синтетичного аміаку на рік. У 1940 р. виробництво аміаку на цих заводах склало 338 тис. т, що дозволило зайняти третє місце у світі після Німеччини і Японії. Азотна промисловість зіграла значну роль у роки Другої світової війни, тому що багато вибухових речовин є продуктами нітрування різноманітних хімічних речовин нітратної кислоти, одержуваної із синтетичного аміаку.

**Висновки.** Розглянутий у роботі початковий період виробництва синтетичного аміаку дає можливість систематизувати інформацію з вивчення процесу одержання аміаку з азоту й водню. Показано, як за кордоном так і в Росії, на перших етапах розвитку виробництва синтетичного аміаку використовувались аналогічні технологічні методи, параметри, які в подальшому необхідно було вдосконалити.

У подальшому, з урахуванням одержаних результатів, уявляється доцільним вивчення питань формування розвитку технології синтезу аміаку в 50-і р. XX ст. і до сьогоднішнього дня. Її історія продовжується.

**Список літератури:** 1. *Калечиц В. В.* Химическая промышленность / В. В. Калечиц. – К. : Знание, 1976. – 86 с. 2. *Буринська Н. М.* Хімія / Н. М. Буринська, Л. П. Величко. – К. : ІРПІНЬ, 1986. – 175 с. 3. *Химическая технология* / [А. В. ред. Белоцветова]. – М. : Просвещение, 1971. – 359 с. 4. *Курс технологии связанного азота* / [ред. В. И. Атрошенко]. – М. : Химия, 1969. – 387 с. 5. *Технология связанного азота* / [ред. В. И. Атрошенко]. – К. : Вища школа, 1985. – 327 с. 6. *Караваяев М. М.* Каталитическое окисление аммиака / М. М. Караваяев, А. П. Засорин, Н. Ф. Клешев. – М. : Химия, 1985. – 231 с. 7. *Аммиак.* Вопросы технологии / [ред. Н. А. Янковский]. – Горловка : ОАО «Концерн Стирол», 2001. – 497 с. 8. *Из истории катализа* / [ред. В. Д. Кальнер]. – М. : «Калвис», 2005. – 563 с.

*Надійшла до редколегії 09. 02. 09*

**М. В. ГУТНИК**, НТУ «ХП»

## **ПІДГОТОВКА ТЕХНІЧНО-ОРІЄНТОВАНОЇ МОЛОДІ У ХАРКІВСЬКОМУ ПОЛІТЕХНІЧНОМУ ІНСТИТУТІ НА ЕТАПІ НТР**

В статті повідомляється про підготовку студентів в Харківському політехнічному інституті на етапі науково-технічної революції. Наводиться тематика наукових досліджень вузу, методика її здійснення. Доведена реальність наукових проєктів студентів, їх прикладний характер. Показана відповідність наукових і освітніх програм вузу змінам у економічному і політичному курсах держави.

This paper reports on students training in Kharkov polytechnical institute on the stage of scientific and technical revolution. The institute of higher education scientific themes is presented. The reality and applied character of scientific projects of students is proved. It is shown that scientific and educational programs of institute correspond with changes of economical and political courses of State.