

кваліфікованої медичної допомоги та ефективність вибору медикаментозної терапії при лікуванні різного типу патології у пацієнтів.

3. Головною стратегією подальшого удосконалення діагностичних моделей в медицині є використання на міжнародному рівні єдиних стандартизованих сучасних науково-методологічних підходів та їх удосконалення, причому пріоритетним критерієм повинно стати урахування соціальних переваг, що в свою чергу сприятиме підвищенню якості медичної допомоги та її доступності для всіх верств населення.

Література

1. Гнатівська, Ю. О. Розробка медичних діагностичних систем реального часу [Текст] / Ю. О. Гнатівська // Наукові праці Чорноморського державного університету імені Петра Могили. Сер.: Комп'ютерні технології. — 2008. — Т. 90, Вип. 77. — С. 130–136.
2. Крап, Н. П. Нейронні мережі як засіб управління конфігураціями проектів туристичних потоків [Текст] / Н. П. Крап, В. М. Юзевич // Управління розвитком складних систем. — 2013. — Вип. 14. — С. 37–40.
3. Евстафьева, В. В. Математическое моделирование динамики эпидемического процесса [Текст] / В. В. Евстафьева // Математическое моделирование и дифференциальные уравнения. — Минск: Институт математики НАН Беларуси, 2009. — Часть I. — С. 37–39.
4. Смагин, С. В. Метод оценки значений параметров математической модели медицинской диагностики [Текст]: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: спец. 05.13.18 / С. В. Смагин. — Владивосток, 2012. — 20 с.
5. Лук'янова, В. В. Економічний ризик [Текст]: навч. пос. / В. В. Лук'янова, Т. В. Головач. — К.: Академвидав, 2007. — 464 с.
6. Натан, А. А. Основы теории случайных процес сов [Текст]: учеб. пос. / А. А. Натан, О. Г. Горбачев, С. А. Гуз. — М.: МЗ Пресс, МФТИ, 2003. — 168 с.
7. Мельникова, Н. І. Особливості проектування систем підтримки лікувальних рішень [Текст] / Н. І. Мельникова, К. В. Стебліна // Математичні машини і системи. — 2014. — № 1. — С. 92–100.

8. Чабан, О. П. Огляд світової практики щодо впровадження медичних інформаційних систем та проблеми створення єдиного медико-інформаційного простору [Текст] / О. П. Чабан, О. В. Бойко // Вісник НУ «Львівська політехніка». Комп'ютерні науки та інформаційні технології. — 2013. — № 771. — С. 365–371.
9. Мельникова, Н. І. Аналіз стану програмного забезпечення в медицині [Текст] / Н. І. Мельникова, Н. Б. Шаховська // Вісник НУ «Львівська політехніка». — 2010. — № 673. — С. 146–153.
10. Поворознюк, А. І. Інформаційні технології підтримки прийняття рішень у медичній діагностиці на основі синтезу структурованих моделей [Текст]: автореф. дис. д-ра техн. наук: спец. 05.13.06 / А. І. Поворознюк. — Харків, 2011. — 37 с.

ФОРМУЛИРОВАКА ОСНОВ ВЕРОЯТНОСТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА МЕДИЦИНСКИХ УСЛУГ

Проблема определения уровня качества медицинских услуг является сегодня чрезвычайно актуальной. Для достоверности результатов оценки уровня качества требования к качеству медицинской помощи и услуг желательно связать с результатами статистических исследований. В статье представлены элементы математического моделирования относительно качества систем диагностирования в медицине с учетом основных принципов и методов квалиметрии и онтологии предметной области в сфере здравоохранения.

Ключевые слова: оценка качества, медицинская услуга, моделирование, диагностика, вероятность.

Чабан Олеся Петрівна, кандидат технічних наук, старший викладач, кафедра медичної інформатики, Львівський національний медичний університет ім. Данила Галицького, Україна, e-mail: olesiasto@yandex.ua.

Чабан Олеся Петровна, кандидат технических наук, старший преподаватель, кафедра медицинской информатики, Львовский национальный медицинский университет им. Данила Галицкого, Украина.

Chaban Olesya, Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Ukraine, e-mail: olesiasto@yandex.ua

УДК 658.512:661.53

DOI: 10.15587/2312-8372.2014.28098

**Бабіченко А. К.,
Азаров М. І.,
Бабіченко Ю. А.,
Красніков І. Л.,
Лисаченко І. Г.**

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАГАЛЬНИХ ТЕНДЕНЦІЙ СУЧАСНОГО РОЗВИТКУ ВИРОБНИЦТВА АМІАКУ

У статті розглянуто основні етапи еволюції виробництва синтетичного аміаку. У контексті цих етапів проаналізовані та встановлено загальні тенденції сучасного розвитку, зокрема для України, аміачного виробництва. Обґрунтовано, що природний газ в найближчі десятиріччя як і раніше буде основною сировиною в технології аміачного виробництва. При цьому особливо актуальною для вітчизняних агрегатів залишається тенденція підвищення їх енергоефективності

Ключові слова: виробництво аміаку, еволюція, загальні тенденції, аналітичні дослідження.

1. Вступ

Найважливішим продуктом хімічної промисловості є синтетичний аміак, що широко використовується у різ-

них галузях промисловості і особливо у виробництвах мінеральних добрив — переважно азотних (аміачна вода, карбамід, нітрит і сульфат амонію) і фосфатних (амофос, діамофос). Технологічний процес аміачного виробництва

як ніякий інший знаходиться у постійному розвитку і удосконаленні, еволюція якого пов'язана з трьома основними періодами: становленням самостійної азотної промисловості синтетичного аміаку, розробки методів отримання синтез-газу і водню з різної сировини та створення енерготехнологічних агрегатів з ефективною організацією теплових потоків у системі виробництва і максимально можливою утилізацією теплоти [1]. В межах цієї еволюції відбувалось і розширення географії розвитку виробництва аміаку, що дало значний поштовх у розробці великого різноманіття апаратурно-технологічного оформлення схем агрегатів синтезу, що експлуатуються у різних країнах світу.

2. Аналіз публікації і постановка задачі досліджень

Сучасним проблемам аміачного виробництва присвячена велика кількість публікацій [1–20], в яких відображено велике різноманіття задач, що вирішуються або вимагають вирішення, а саме: особливості удосконалення технології і енерготехнології на різних стадіях виробництва, використання тієї чи іншої сировини для отримання синтез-газу, вибору місць розташувань виробництв в тих чи інших регіонах світу і їх одиночної потужності, кон'юнктури ринкових відносин в процесі збуту продукції та інше, що як раз і пов'язано з безперервним еволюційним процесом, характерним для аміачного виробництва. Таке велике різноманіття окремих задач вимагає необхідності визначення основних тенденцій стратегії розвитку аміачного виробництва на найближчі десятиріччя, особливо для України, що і становило задачу досліджень.

3. Результати аналітичних досліджень загальних тенденцій виробництва аміаку

Дослідження проводились шляхом аналізу великої чисельності наявних публікацій. У підсумку цього аналізу і були встановлені загальні тенденції сучасного розвитку аміачного виробництва, в межах яких як раз і постають проблеми та окремі задачі, необхідні для їх подолання.

Збільшення обсягу виробництва. За обсягом виробництва аміак займає одне із перших місць у хімічній промисловості. Це обумовлено тим, що зв'язаний азот став потужним важелем у піднятті врожайності сільськогосподарських культур. За рахунок внесення зв'язаного азоту у ґрунт до 150 кг/га врожайність зернових культур в Європі у 70-х роках минулого сторіччя зросла до 70 ц/га [2]. Доза цих внесень у земельні угіддя може бути достатньо високою і в Голландії вона доходить до 400 кг/га, а в Японії, Англії і Німеччині перевищує 200 кг/га. Необхідність підвищення продуктивності сільського господарства обумовила збільшення виробництва та споживання азотних добрив і в Україні, темпи приросту обсягу яких наведені за останні роки на рис. 1 [3, 4].

Аналіз представлених даних свідчить про суттєве зростання обсягу виробництва азотних добрив в Україні і зменшення споживання імпоротної продукції майже до 2008 р., після якого у зв'язку з кризою спостерігається, починаючи з 2009 р., різке падіння виробництва і збільшення імпорту. Лише з 2010 р. позначилась тен-

денція росту вітчизняного виробництва. Такі умови зростання і падіння пов'язані безумовно з обсягами виробництва аміаку, дані по яких за 2003–2010 р.р. зведені до табл. 1 [4–6].

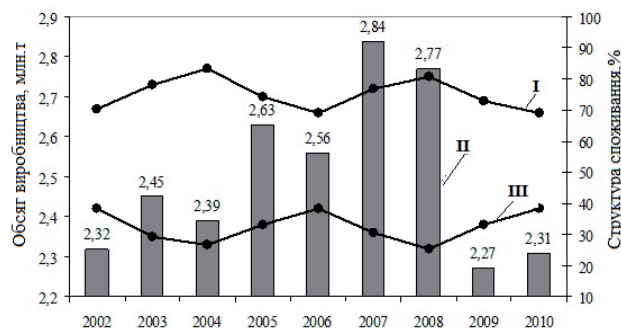


Рис. 1. Структура виробництва та споживання азотних добрив (100 % N₂) в Україні у 2002–2010 роках: I — обсяг виробництва; II — споживання продукції вітчизняного виробництва; III — споживання продукції імпортного виробництва

Таблиця 1

Обсяги виробництва аміаку за 2003–2010 р.р.

Продукція	Обсяг виробництва по роках, тис. т							
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Синтетичний аміак	4775	4779	5214	5147	5139	4890	3032	4932

Порівнювальний аналіз даних табл. 1 і рис. 1 свідчить, що лише для 2010 р. спостерігається виключення взаємозв'язку по збільшенню виробництва аміаку і азотних добрив. Така невідповідність обумовлена зростанням попиту на аміак, а отже і збільшення ціни до 507 дол. за тону, що призвело до підвищення конкурентноспроможності вітчизняного товарного аміаку на зовнішньому ринку і, як наслідок, до збільшення його експорту і скорочення випуску карбаміду, який був останні чотири роки найбільш вигідним для хімзаводів, з точки зору його експорту [7].

Суттєвий приріст виробництва аміаку в Україні спостерігався і в 2011 р. за рахунок запуску в експлуатацію потужностей на Горлівському концерні «Стирол», які в попередньому році простоювали, та збільшення потужностей на 88 % на Северодонецькому об'єднанні «Азот» і Одеському припортовому заводі [8].

Такі самі ознаки зростання потужностей, що пов'язані сприятливою кон'юктурою зовнішніх ринків аміаку з можливістю його вигідного експортного продажу, спостерігаються і у світі, які у 2008 р. склали біля 180 млн. т. та вище показника 2007 р. (176 млн. т) на 0,6 %. У 2010 р. світовий потенціал по випуску аміаку досяг 194 млн. т., а у 2011 р. приріст склав 3 %, тобто обсяг виробництва досяг рівня 200 млн. т. Отже зростання світових потужностей у 2008–2011 р.р. перевищило 11 % [9]. Збільшення цих потужностей пов'язані в основному уводом виробництв в Австралії, Тринідаді і Тобаго, Саудівській Аравії і Омані, які є експортоорієнтованими. Крім того, у 2006 р. був здійснений запуск аміачного виробництва і у Литві продуктивністю 550 тис. т. на рік. Насьогодні будуються нові виробництва у Єгипті (ЕВІС) та Ірані (NPC) потужністю відповідно 660 і 360 тис. т. на рік. Зроблені заяви

про будівництво заводів у Китаї, Алжирі, Пакистані та Венесуелі. У випадку реалізації цих проектів загальні світові потужності аміаку у 2013–2015 р.р. збільшаться до 214 млн. т. При цьому більша частина цього приросту буде спрямована на виробництво карбаміду, а менша частина буде випускатися у вигляді товарного аміаку.

В цілому ввід і дислокація нових потужностей по аміаку буде визначатися цілою низкою чинників: регіональною вартістю сировини, урядовою політикою підтримки більш глибокої переробки вуглеводневої сировини, модернізацією виробництв з метою зниження енергоспоживання, а в подальшій перспективі — прогнозованим попитом.

Використання у якості сировини природного газу. Для більшості підприємств з виробництва аміаку основною сировиною є природний газ. Біля двох третин світових потужностей використовують саме цю сировину. На другій позиції — вугілля, доля якого в аміачному виробництві складає 27 % [10]. Основна частина цих потужностей розміщена у Китаї. Індія у виробництві аміаку використовує у якості сировини в основному нафту. Однак останнім часом і в цій країні здійснюється перехід виробництв на природний газ і вугілля [9]. Така тенденція застосування природного газу у якості сировини обумовлена в основному суттєвим зниженням в середньому на 35 % собівартості виробництва у порівнянні з твердим паливом (кокс, кам'яне вугілля) та нафтою [10]. Оскільки природний газ є основною сировиною для виробництв аміаку, то і заводи по його випуску розташовуються поблизу основних регіонів газовидобування, що особливо спостерігається останнім часом, де його вартість значно нижче. Це, насамперед, райони Близького Сходу і Карибського басейну.

Доведені світові запаси природного газу (у середньому по різним оцінкам) складають біля 150 трлн. м³ (без урахування сланцевого газу), що достатньо для забезпечення потреб світового розвитку за існуючого рівня видобутку на 50 років [11]. При цьому біля 50 % запасів зосереджені у трьох країнах: Росії, Ірані і Катарі. Далі у рейтингу країн по запасам природного газу йдуть Саудівська Аравія, Туркменістан, Об'єднані Арабські Емірати, США, Венесуела, які у сукупності мають понад 20 % світових запасів.

Видобуток газу у 2008 р., незважаючи на економічну і фінансову кризу, досяг рекордного рівня 3,1 трлн. м³, збільшившись у порівнянні з 2007 р. на 3,8 %. При цьому лідером по видобутку до 2009 р. була Росія. У 2009 р. різке зниження попиту внаслідок подорожчання природного газу особливо з боку промисловості призвело до падіння світового видобутку до 3 трлн. м³. Ця рецесія призупинила поступовий і значний зріст видобутку газу у світі, що спостерігався з 1998 р.

В останні 2–3 роки світове видобування газу суттєво зросло за рахунок США (рис. 2), які збільшили виробництво завдяки застосуванню нових технологій у видобутку сланцевого газу. Якщо раніше США імпортували газ, то після 2009 р. стали головним виробником палива у світі. Внаслідок цієї технології видобутку доля США зросла до 19,7 % від загальносвітової і разом з Росією, доля якої складає 19,2 %, на цей час є лідером по видобуванню газу. За такої умови потужності

американських виробників аміаку зросли у 2010 р. до 16 млн. т., більш ніж 70 % яких припадає на чотирьох лідерів сектора — Agrium, CF Industries, Koch і Terra. Слідом за США про своє бажання масово видобувати сланцевий газ виявили і інші країни, зокрема, Білорусія, Україна, Польща, Аргентина, Болгарія, у яких були знайдені значні поклади цього виду палива, а в Китаї видобування вже розпочалось.

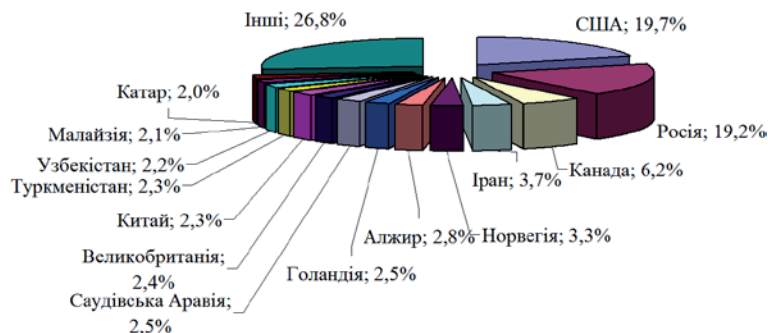


Рис. 2. Регіональна структура світового видобутку газу у 2009 р. [9]

Таким чином, природний газ в найближчі роки буде основною сировиною в аміачному виробництві, а для України видобуток сланцевого газу може суттєво знизити залежність її промисловості від дорогого російського газу. Останнє особливо важливе у зв'язку з тим, що розробка нових покладів у Росії вимагатиме залучення великих інвестицій в першу чергу, на континентальному шельфі Карського і Баренцового морів, частка запасів яких складає до 40 % від загального обсягу для Росії, що і визначатиме високу собівартість видобутку [11].

Збільшення одиничної потужності агрегатів. Розвиток азотної промисловості пов'язаний з безперервним зростанням одиничної потужності агрегатів синтезу аміаку, що обумовило можливість зниження собівартості виробництва в основному за рахунок зменшення однієї з її основних складових — капітальних вкладень у виробництво. Останнє наочно ілюструється формулою Ламідуса [12]:

$$K_1/K_2 = (M_2/M_1)^n, \quad (1)$$

де K_1 і K_2 — загальні капітальні вкладення до та після збільшення потужності, грн.; M_1 і M_2 — потужності, тис. т./рік; $n = 0,7$ — показник при зміні відношення M_2/M_1 у межах $2 \div 3$.

У відповідності з цією формулою зростання потужності агрегату синтезу у $2 \div 3$ рази забезпечує зниження капіталовкладень на $20 \div 25$ %.

Ініціаторами створення великотоннажних агрегатів були такі фірми як «M.W. Kellogg & Co» (США), «Haldor Topsoe A/S» (Данія), «Imperial Chemical Industries» (ICI Великобританія) та інші, що здійснили проектування установок на потужності 184, 308, 462 і 527 тис. т./рік. При цьому фірмою «M.W. Kellogg & Co» за період 1965–1980 р.р. було побудовано близько 140 великотоннажних агрегатів, що склало на той час біля 50 % світових потужностей по аміаку [13]. В табл. 2 наведені залежності основних техніко-економічних показників систем синтезу від одиничної їх потужності [14].

Таблиця 2

Техніко-економічні показники систем синтезу аміаку, що пов'язані зі структурною собівартості аміаку, у залежності від одиної потужності агрегату синтезу (сировина і паливо — природний газ)

Показник	Потужність агрегату, тис. т./рік		
	100	300	450
Продуктивність праці, %	100*	900	1000
Собівартість 1 т NH ₃ , %	100	69	60
Металовкладення на 1 т NH ₃ , %	100	63	60
Витрата електроенергії на 1 т NH ₃ , кВт·год	1302	78	75
Витрата води на 1 т NH ₃ , м ³	296	139	135
Витрата природного газу на 1 т NH ₃ , тис. м ³	1,3	1,2	1,1

Примітка: * за 100 % прийняті 60-ті роки

Аналіз даних табл. 2 свідчить, що із збільшенням одиної потужності агрегатів синтезу аміаку, працюючих на природному газі, спадали як питомі капіталовкладення на 1 т NH₃ так і витратні коефіцієнти по воді, електроенергії і природному газу. Тому не випадково розпочата у 2009 р. реконструкція на Черкаському ВАТ «Азот» для підвищення потужності з 450 тис. т./рік до 502 тис. т./рік, що забезпечило зниження витрати природного газу з 1,25 тис. м³/т NH₃ до 1,1 тис. м³/т NH₃ [5].

Слід відзначити, що вартість компресорного обладнання складає 15 ÷ 20 % загальних капіталовкладень, вартість теплообмінного і колонного обладнання — 30 ÷ 40 % та 30 ÷ 40 % від загальних капіталовкладень складають будівельно-монтажні роботи.

Однак після енергетичних криз, що виникли після 1980 р., і різкого стрибка цін на енергоносії в усьому світі значно послабився інтерес до будівництва багатотоннажних аміачних агрегатів. Це обумовило зростання питомих затрат на виробництво з 6,7 дол./т NH₃ у 1965 р. до 66,7 дол./т NH₃ у 1980 р., а у 2010 р. в Україні вже склали біля 400 дол./т NH₃ в умовах збільшення вартості природного газу до 300 дол. за 1 тис. м³ [7]. Стримуючим чинником багатотоннажності стала також недостатня гнучкість цих агрегатів в умовах нестабільності ринку збуту аміаку, що обумовлює роботу не на повну потужність і підвищення собівартості. Збільшення останньої також можуть бути викликані високими затратами при аварійних зупинках і відносно тривалих періодах пуску. Так, при зниженні ступеня використання потужності багатотоннажних агрегатів від 95 до 85 і 75 % витрати виробництва аміаку збільшуються на 7 і 16 % відповідно, а прибуток складає 55 % і 10 % відповідно його розміру при 95 %-ах завантаження потужності [14].

В деякій мірі наведені негативні чинники стали спонукаючим мотивом для деяких фірм-виробників, зокрема ICI, побудови малотоннажних агрегатів LCA (Leading Concept Ammonia) потужністю до 150 тис. т./рік з енергоспоживанням 7 Гкал/т NH₃ [15]. Однак незважаючи на вище перелічені недоліки багатотоннажних виробництв більшістю аміачних фірм обрана одиї потужність в діапазоні 1000 ÷ 1500 т/добу, що дозволяє знизити енергоспоживання до 6,5 Гкал/т NH₃.

Підвищення енергоефективності. Енергоспоживання є одним з найважливіших показників, що визначає рентабельність виробництва, а отже і конкурентоспроможність продукції на ринку аміаку та азотних добрив. Темпи та абсолютні розміри зниження енерговитрат

у виробництвах аміаку за різних способів одержання зв'язаного азоту представлені у вигляді діаграми на рис. 3 [16].

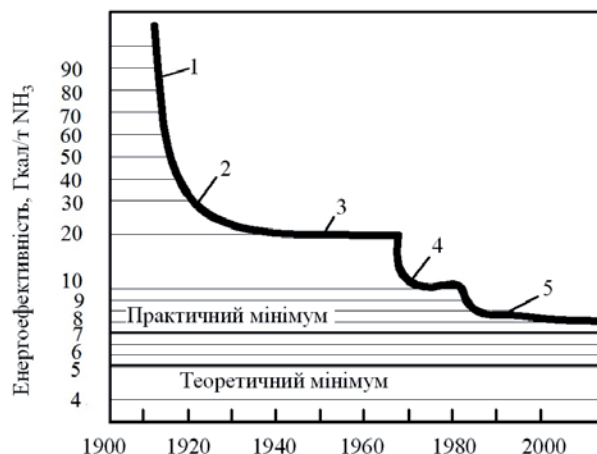


Рис. 3. Динаміка енергоспоживання при виробництві аміаку у 1920 ÷ 2006 р.р. за різних способів фіксації зв'язаного азоту: 1 — електродугувий процес; 2 — процес через ціанамід кальцію; 3 — процес синтезу аміаку 2-го покоління з використанням метану; 4 — процес синтезу аміаку 3-го покоління з використанням метану; 5 — процес синтезу аміаку 4-го покоління з використанням метану

Перший промисловий процес виробництва зв'язаного азоту (електродугувий) супроводжувався 100 %-вим використанням електроенергії для технологічних цілей. В процесі зв'язування азоту через ціанамід кальцію з усієї кількості енергії, необхідної для процесу, лише 73 % витрачалось у вигляді електроенергії. На початковому етапі (крива 3) розвитку синтезу аміаку з використанням метану у якості джерела водню доля електроенергії складала вже 30 % за умови конверсії вуглеводнів із застосуванням кисню. В подальшому витрата електроенергії була знижена до 10 % (криві 4 і 5). У сучасних агрегатах синтезу аміаку з більш досконалими тепловими схемами процесів із застосуванням парових турбін і турбокомпресорів з паровим приводом, що використовують пару за рахунок утилізації теплоти при синтезі і конверсії метану, споживання електроенергії зведено до мінімуму і складає для різних агрегатів 40 ÷ 140 кВт·год/т NH₃, тобто десяті долі проценту від загальної кількості паливної сировини. В табл. 3 представлена динаміка зниження загальних енергозатрат і затрат електроенергії найбільш економічних за той чи інший час виробництва аміаку із застосуванням природного газу [16–19].

Таблиця 3

Основні етапи розвитку технології виробництва аміаку на базі природного газу та енергетика процесів

Рік	Потужність одиї агрегату т/добу (тис. т./рік)	Тиск синтезу аміаку, МПа	Енергозатрати	Затрати електроенергії, кВт·год/т NH ₃
1964	540 (до 200)	32	8,3	204
1965–1970	540–1000 (до 360)	23	8,0	70
1970–1980	1000–1360 (до 480)	23	7,8	50
1980–1990	1350–1500 (до 540)	23–15	7,5	50
1990–2000	1110 (до 400)	7–8	7	48
2000–2010	1100–2200 (до 750)	15–9	6,5	15–40

Таблиця 4

Техніко-економічні показники аміачних виробництв за проектами провідних світових фірм

Найменування показника	Найменування фірми			
	«ГИАП», СРСР	«ICI», Велико-британія	«Kellog Braun & Root», США	«Haldor Topsøe», Данія
Потужність, т/добу	1360	1100	2200	1000
Витратні показники на 1 т. аміаку:				
— загальне споживання енергії, Гкал	9,77	7,0	6,5 ÷ 6,7	7,0
— електроенергія, кВт · год	139	48	63	9
— вода оборотна, м ³	79,4	*	113	270
Тиск синтезу, МПа	24 ÷ 31,6	8 ÷ 10	9 ÷ 15	14 ÷ 22

Примітка: * інформація не знайдена

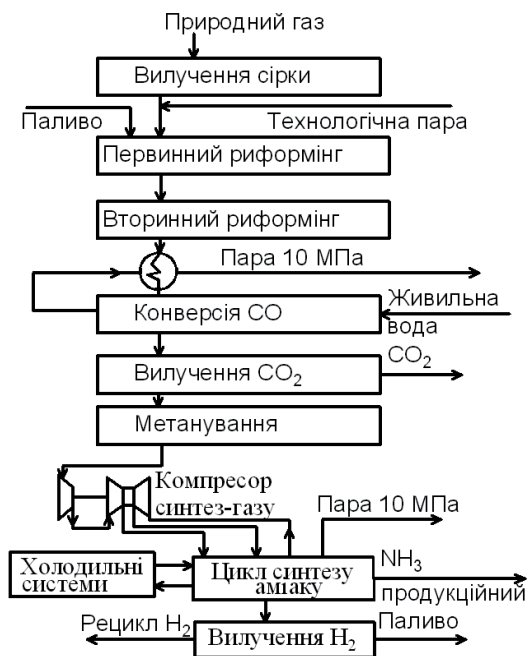
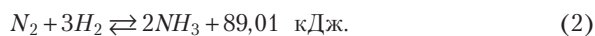


Рис. 4. Традиційна схема отримання синтетичного аміаку з природного газу

Згідно цієї схеми на першому етапі відбувається вилучення сірки з природного газу методом каталітичного гідрування з наступним поглинанням сіркового оксидом цинку. Далі природний газ надходить у реактори риформінгу. На наступних етапах проходить конверсія оксиду вуглецю і очистка від диоксиду вуглецю. Найважливішою стадією схеми є синтез аміаку, що відбувається у присутності каталізатора за рівнянням:



Тиск синтезу не більше 32 МПа визначається в основному застосованим каталізатором, у якості якого найчастіше використовується магнетит і рутеній. Для стиску синтез-газу, що надходить у циркуляційну схему синтезу, застосовується 4-х ступеневий компресор з номінальною потужністю до 32 МВт. Його турбіна споживає водяну пару з тиском 10 МПа і температурою 482 °С у кількості до 350 т/год. Для вилучення продукційного аміаку з циклу синтезу застосовуються холодильні системи. Продувні гази, що виходять з циклу синтезу, попередньо охолоджуються з метою додаткового вилучення аміаку з них, а потім використовуються частково як паливо для риформінгу. У табл. 4 наведені основні техніко-економічні показники агрегату синтезу АМ-1360 за проектом «ГИАП» у порівнянні з найбільш енергоефективними агрегатами на цей час, побудованими за проектами деяких провідних світових фірм [16, 19].

Наведені у табл. 4 показники свідчать, що експлуатуємі в Україні агрегати значно поступаються по енергоспоживанню західним установкам, а по електроенергії перевищують в середньому у 3-и рази. Останнє, згідно попереднього аналізу технології виробництва за проектом «ГИАП», обумовлено в значній мірі застосуванням на стадії конденсації продукційного аміаку у відділенні синтезу аміачного турбокомпресорного агрегату (АТК) з електроприводом, що споживає до 4,8 тис. кВт · год електроенергії та воду для міжступеневого охолодження в процесі стиску холодоагенту у кількості до 100 м³/год. Суттєві втрати низькопотенційної енергії спостерігаються і на стадії конденсації спрацьованої пари турбін 0,35 Гкал/т. NH₃ [16]. Зважаючи на це слід відзначити, що вирішення задачі підвищення енергоефективності систем охолодження за рахунок зменшення споживання електроенергії набуває актуального значення у загальному процесі модернізації великотоннажних агрегатів, одним з основних напрямків якого, як засвідчує досвід провідних фірм та останніх досліджень, є рекуперація (утилізація) низькопотенціальної теплоти матеріальних потоків з рівнем температури менше 100 °С [17, 20]. В цьому контексті для вітчизняних агрегатів ця проблема набуває не аби якого значення.

5. Висновки

Необхідність підвищення врожайності сільськогосподарських культур обумовлює постійне збільшення виробництва та споживання азотних мінеральних добрив як у світі, так і в Україні, що забезпечується відповідним зростанням обсягу виробництва аміаку. Враховуючі останнє і наявність великої кількості орних земель аміак та добрива для України завжди будуть стратегічним товаром, що визначає економічну безпеку держави.

Природний газ у найближчі десятиріччя буде основною сировиною в технології аміачного виробництва, що у порівнянні з використанням важкої нафти та вугілля у якості сировини сприяє підвищенню енергоефективності сучасних агрегатів відповідно в 1,3 та 1,7 рази.

Особливо актуальною для базових агрегатів серії АМ-1360, що експлуатуються в Україні, залишається тенденція підвищення енергоефективності за рахунок модернізації апаратно-технологічного оформлення найбільш енергоємних стадій, і зокрема конденсації аміаку з метою зниження споживання електроенергії

та природного газу, спостерігаємо останнім часом збільшення вартості яких суттєво знижує конкурентоспроможність вітчизняної продукції.

Вилучення продукційного аміаку з циклу синтезу шляхом конденсації за рахунок охолодження циркуляційного газу залишається найбільш розповсюдженим методом, поширенню якого сприяють тепловикористуючі (абсорбційні та пароежекторні) холодильні системи завдяки можливості утилізації низькопотенційної теплоти матеріальних потоків, особливо з рівнем температури менше 100 °С, а їх застосування забезпечує зниження споживання електроенергії у порівнянні з турбокомпресорними з електроприводом холодильними агрегатами.

Література

1. Гамбург, Д. Ю. Синтез аммиака: история и современность [Текст] / Д. Ю. Гамбург // Химическая промышленность. — 1992. — № 4. — С. 36–40.
2. Гамбург, Д. Ю. Синтез аммиака: история и современность [Текст] / Д. Ю. Гамбург // Химическая промышленность. — 1992. — № 5. — С. 33–39.
3. Ковеня, Т. В. Аналіз роботи підприємств хімічного комплексу України у 2008 р. [Текст] / Т. В. Ковеня // Хімічна промисловість України. — 2009. — № 2. — С. 3–19.
4. Васіна, К. Аналіз ринків хімічної продукції [Електронний ресурс] / К. Васіна. — Режим доступу: \www/URL: http://www.credit-rating.ua/ua/analytics/analytical-articles/12893/. — 21.09.2010.
5. Ковеня, Т. В. Аналіз роботи підприємств хімічного комплексу України у 2010 р. [Текст] / Т. В. Ковеня // Хімічна промисловість України. — 2010. — № 3. — С. 3–18.
6. Химическая промышленность Украины (2007 г.) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: \www/URL: http://www.ukrexport.gov.ua/gus/economy/brief/ukr/3022.html.
7. Подорожання амміаку заставляє виробителів експортувати цей товар в ушкоду виробництву селитри та карбаміда [Електронний ресурс]. — Режим доступу: \www/URL: http://econspec.ru/item4470.htm.
8. Воронцов, І. Хімпром вижал максимум [Електронний ресурс] / І. Воронцов. — Режим доступу: \www/URL: http://www.minprom.ua/articles/66757.html. — 28.04.2011.
9. Обзор рынка аммиака в СНГ [Электронный ресурс]. — Москва: ООО «ИНФОМАЙН», 2013. — Изд. 6. — 263 с. — Режим доступа: \www/URL: http://www.infomine.ru/files/catalog/86/file_86.pdf.
10. Горбатенко, Н. И. Потенциал улучшения энергоэффективности химической промышленности [Текст] / Н. И. Горбатенко // Проблемы развития внешнеэкономических связей и привлечения иностранных инвестиций. — Донецьк: ДонНУ, 2009. — С. 162–167.
11. Товажнянський, Л. Л. Паливно-енергетичний комплекс. Стратегія розвитку [Текст] / Л. Л. Товажнянський, Б. О. Левченко. — Харків: НТУ «ХПІ», 2009. — 400 с.
12. Лапидус, А. С. Оценка экспериментальных показателей повышения мощности агрегатов [Текст] / А. С. Лапидус, И. А. Лобачева // Химическая промышленность. — 1972. — № 5. — С. 63–64.
13. Кадыгроб, А. А. Современное состояние и перспективы развития производства аммиака и метанола [Текст] / А. А. Кадыгроб // Химическая промышленность. — 1985. — № 3. — С. 3–7.
14. Гамбург, Д. Ю. Синтез аммиака: история и современность [Текст] / Д. Ю. Гамбург // Химическая промышленность. — 1992. — № 6. — С. 31–37.
15. LCA: Breaking the mould at Severside [Text] // Nitrogen. — 1989. — № 179. — P. 30.
16. Аммиак: обзор современных технологий [Электронный ресурс] / Академия Конъюнктуры Промышленных Рынков. — Режим доступа: \www/URL: http://www.newchemistry.ru/letter.php?n_id=682.
17. Патрикеева, Н. И. Развитие энергосберегающих процессов производства аммиака в капиталистических странах [Текст] / Н. И. Патрикеева // Химическая промышленность. — 1990. — № 10. — С. 55–59.
18. Гамбург, Д. Ю. Синтез аммиака: история и современность [Текст] / Д. Ю. Гамбург // Химическая промышленность. — 1990. — № 7. — С. 37–43.
19. Технология производства аммиака KELLOGG BROWN [Электронный ресурс]. — Режим доступа: \www/URL: http://www.newchemistry.ru/letter.php?n_id=6259.
20. Тошинский, В. И. Повышение эффективности энерготехнологического оформления участка вторичной конденсации агрегатов синтеза аммиака [Текст] / В. И. Тошинский, Ю. А. Бабиченко // Вісник НТУ «ХПІ». — Харків: НТУ «ХПІ», 2004. — № 15. — С. 115–122.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЩИХ ТЕНДЕНЦИЙ СОВРЕМЕННОГО РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА АММИАКА

В статье рассмотрены основные этапы эволюции производства синтетического аммиака. В контексте этих этапов проанализированы и установлены общие тенденции современного развития, в частности для Украины, аммиачного производства. Обосновано, что природный газ в ближайшие десятилетия по-прежнему будет основным сырьем в технологии аммиачного производства. При этом особенно актуальной для отечественных агрегатов остается тенденция повышения их энергоэффективности.

Ключевые слова: производство аммиака, эволюция, общие тенденции, аналитические исследования.

Бабиченко Анатолий Костянтинович, кандидат технических наук, профессор, кафедра автоматизации химико-технологических систем та екологічного моніторингу, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна, e-mail: svetkrasnikova@yandex.ua.

Азаров Миколай Іванович, кандидат технических наук, технический директор, Северодонецкий ОРГХИМ, Україна, e-mail: poste@orghim.lg.ua.

Бабиченко Юлія Анатоліївна, кандидат технических наук, доцент, кафедра теплотехники та теплових двигунів, Українська державна академія залізничного транспорту, Харків, Україна, e-mail: juliette-ua@mail.ru.

Красніков Ігор Леонідович, кандидат технических наук, доцент, кафедра автоматизации химико-технологических систем і екологічного моніторингу, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна, e-mail: ikligor@gmail.com.

Лисаченко Ігор Григорович, кандидат технических наук, доцент, кафедра автоматизации химико-технологических систем і екологічного моніторингу, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна, e-mail: igorgr-lis@rambler.ru.

Бабиченко Анатолий Константинович, кандидат технических наук, профессор, кафедра автоматизации химико-технологических систем и экологического мониторинга, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Украина.

Азаров Николай Иванович, кандидат технических наук, технический директор, Северодонецкий ОРГХИМ, Украина.

Бабиченко Юлия Анатольевна, кандидат технических наук, доцент, кафедра теплотехники и тепловых двигателей, Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, Харьков, Украина.

Красников Игорь Леонидович, кандидат технических наук, доцент, кафедра автоматизации химико-технологических систем и экологического мониторинга, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Украина.

Лисаченко Игорь Григорьевич, кандидат технических наук, доцент, кафедра автоматизации химико-технологических систем и экологического мониторинга, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Украина.

Babichenko Anatoliy, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: svetkrasnikova@yandex.ua.

Azarov Nikolay, Severodonetsky ORGHIM, Ukraine, e-mail: poste@orghim.lg.ua.

Babichenko Juliya, Ukrainian State Academy of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine, e-mail: juliette-ua@mail.ru.

Krasnikov Igor, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: ikligor@gmail.com.

Lisachenko Igor, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: igorgr-lis@rambler.ru