

УДК 338.45: 621: 662.6

Товажнянський Л.Л., Гуренко М.С., Ульєв Л.М., Горбунов К.О.

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ ОСНОВНОЇ ХІМІЇ

Вступ

Україна перетворилася з експортера паливних ресурсів в імпортера за рахунок нарощення протягом багатьох десятиліть обсягів виробництва ресурсоємкої продукції. В той же час енергоємкість валового внутрішнього продукту України в 2-4 рази вище середнього значення в європейських державах. Про значний енергозберігаючий потенціал промислових підприємств в Україні свідчить те, що затрати на виробництво промислової продукції в 2-3 рази вищі, ніж в економічно розвинутих країнах. Підприємства хімічних технологій є одними з основних споживачів паливно-енергетичних ресурсів. Тому в хімічних технологіях в умовах енергетичної кризи питання енергозбереження стає актуальним.

Раціональне енергоспоживання і енергозбереження повинно стати, на відміну від минулої орієнтації на великомасштабне нарощення енергетичних ресурсів, вищим пріоритетом енергетичної стратегії України

За останні десятиріччя енергетична потужність світового виробництва подвоюється кожні 12 років, а об'єм промислового виробництва – кожні 15 років [1-2].

Особливу увагу слід зосередити на створенні сучасних високоефективних технологій, які відповідають досягненням науково-технічного прогресу, на засадах енергозбереження, конкурентоспроможності та екологічної безпеки для забезпечення потреб вітчизняної промисловості.

Тому задачею першої необхідності стає створення ресурсо- та енергозберігаючих технологічних схем екологічно чистих підприємств, де використовуються хіміко-технологічні методи переробки і виробництво різноманітних матеріалів та продуктів.

Велику увагу треба приділяти зупиненню руйнівного впливу хімічних виробництв на довкілля, шляхом переходів до єдиної замкнутої системи людина – виробництво – довкілля, а також збалансованого еколого-економічного регулювання виробництв з метою забезпечення фізико-механічних властивостей рівня світових стандартів.

Постановка основних задач енергозбереження у виробництвах основної хімії

З посиленням екологічних вимог до виробництва проблема утилізації відходів стала виходити на перший план. Відомо, що повторне використання відходів виробництв призводить до зменшення екологічного забруднення. Розглянемо конкретні приклади деяких сучасних хімічних технологій, які суттєво підтверджують можливість еколого-економічного, ресурсо- та енергозберігаючого потенціалу.

В технології неорганічних речовин однією з найважливіших задач є організація повністю замкнутого циклу виробництва каталізаторів. Більш ефективним підходом утилізації сполук каталізу є використання їх властивості окислятися у розчинах різноманітними неорганічними окислювачами. При цьому відбувається прискорення процесу розчинення корисної речовини і підвищення його максимальної розчинності.

Наприклад, в технології неорганічних речовин [3] технологія вилучення сполук ванадію з відпрацьованих ванадієвих каталізаторів сірчаноокислого та азотноокислого виробництв передбачає заміну традиційних випальних процесів переведення ванадієвих сполук у водорозчинну форму менш складної і менш енергоспоживаючої техноло-

гії рідкофазного окислення у кислому середовищі. Друга стадія передбачає заміну операції реагентного осадження пентаоксиду ванадія електрохімічним процесом, який дозволяє створити замкнутий цикл по окисленню за рахунок регенерації реагента, що повертає у виробництво до 90 % кислоти, зменшує виробничі затрати, значно підвищує рівень екологічної безпеки технології і дозволяє розповсюджувати її на інші токсичні відходи – шлами та золи теплових електростанцій.

Використання рідкофазного окислення дозволяє виключити найбільш енергоємні стадії тонкого помелу та окислювального випалу відпрацьованого каталізатора, що дає можливість створювати установки значно менших розмірів і з недорогих матеріалів, вартість яких не буде перевищувати 10-15 тис. у.о., що на порядок менше вартості обладнання для традиційної технології переробки відпрацьованих каталізаторів.

Технологія вилучення цінних компонентів із каталізатора повинна включати оптимальне рішення між ступенем очистки токсичного відходу і затратами на технологію по його знешкодженню. Використання як теплоносія (екзоефект) вуглеводнів, які містяться у відпрацьованому каталізаторі гідроочищення нафти від сірки, дозволяє зменшити собівартість одержаної продукції.

Відпрацьований каталізатор містить до 20 % органічних речовин (основні компоненти знаходяться у вигляді важкорозчинних сульфідів). Для вилучення цінних компонентів із відпрацьованого каталізатора необхідне попереднє видалення із його пор органічних речовин і окислення сірки до кисневих сполук, які легше піддаються подальшій переробці. Відомі методи видалення вуглеводнів (ендоефект) не дозволяють досягти необхідного результату і ще більше погіршують екологічну проблему утворенням стічних вод і домішок важких металів.

Більш перспективним виглядає процес вилучення вуглеводнів безпосереднім випаленням органічних речовин киснем повітря одночасно з окисленням сульфідів (екзоефект). Попередньо підігріте тепло газів, які відходять, повітря поступає в обертальну трубчасту піч, в якій відбувається горіння вуглеводнів (екзоефект). Тепло, яке виділяється при їх горінні, забезпечує розпад сульфідів металів. В печі також відбувається подрібнення і перемішування каталізатора без зміни температурного режиму, який дозволяє скоротити технологію на дві енергоємкі стадії. При цьому тепло газів (екзоефект), які відходять, використовується на наступній стадії для випарення розчинів молібдату амонію з метою осадження товарного продукту. В результаті використання цього тепла газів скорочуються затрати енергії на двох стадіях переробки каталізатора (випалу і осадження продуктів). Використання обертальної печі з кульками дозволяє сумістити енергоємкі процеси подрібнення і перемішування, що також позитивно впливає на зменшення собівартості продуктів [4].

Для хімічних процесів, з виділенням або споживанням енергії (екзотермічні, ендотермічні) найбільш ефективними, з точки зору енергозбереження, методами апаратурного їх оформлення є методи інтеграції процесів [5], які базуються на пінч-аналізі.

З метою збереження енергоресурсів у матеріалознавстві [6] розробляється багато нетрадиційних технологій одержання різноманітних матеріалів багатофункціонального призначення. Так, наприклад, в технології кераміки та вогнетривів широко розповсюджений спосіб одержання виробів складної конфігурації різноманітних форм та розмірів, які не потребують додаткової механічної обробки, за методом золь-гель технології методом вібролиття.

Самотвердіюче зв'язуюче готують із етилсилікату методом гідролізу у водно-кислому середовищі без органічних розчинників. Твердіння відливок починається з вологого сирцю у формі при кімнатній температурі за рахунок переходу золя в гель при

полімеризації зв'язуючого безпосередньо після вібролиття, виробу досягають потрібної міцності, необхідної для перевезення їх до печі випалу. Енергозбереження відбувається за рахунок виключення додаткової механічної обробки і поєднання стадій сушки та випалу в одну технологічну операцію (можливість економити енергетичні, матеріальні і трудові ресурси), коли за рахунок фізико-хімічних перетворень виробу набувають необхідні експлуатаційні характеристики. З метою отримання вогнетривких матеріалів з підвищеною метало-, шлако- та термостійкістю і з заданими властивостями вводять добавки, які відрізняються тугоплавкістю, хімічною інертністю, незмочуваністю і високою стійкістю до звичайних і агресивних стеклол та дають можливість отримати потрібну структуру і фазовий склад при значно нижчих температурах (на 300 °С) твердофазового синтезу тугоплавких сполук та спікання за рахунок введення ультрадисперсного аморфного кремнезему етилсилікатного зв'язуючого [7].

Вогнетривкі матеріали, які використовують для виготовлення по золь-гель технології чаш без випалу методом лиття для відбору металу при плавці з метою визначення його хімічного складу, повинні мати підвищену термостійкість до корозії рідким металом і не розтріскуватися при тепловому ударі в момент торкання з пробою металу.

Використання цієї технології дає можливість розробляти різноманітні технології з використанням відходів хімічної, гірничопереробної, металургійної промисловості. Це дозволяє не тільки замінити дорогі сировинні матеріали, але і, завдяки наявності у відходах комплексних легкоплавких сполук, знизити температуру спікання (на 900 °С) виробів без погіршення їх експлуатаційних характеристик. Лом дефіцитних матеріалів, одержаний при ремонті доменних, мартенівських, коксових, скловаренних печей, можна і треба збирати для подальшої переробки та повторного використання при розробці енерго- та ресурсозберігаючих технологій виробництва вогнетривких матеріалів та у будівельній індустрії (можна застосовувати для теплоізоляції печей для гартування металів, для футеровки камерних печей, у скловаренних печах, у хімічній та інших галузях промисловості при температурах до 1550 °С) [7].

Традиційна технологія отримання цельзіанового скла передбачає варку скла при температурі вище 1650 °С, формовку з одержаної скломаси виробів і подальшу тривалу (16 годин) її термообробку при температурі 1200-1300 °С. Ця технологія енергоємна і не дозволяє такі матеріали широко застосовувати в техніці. Зробити значно дешевшим виробництво цельзіанового скла і розширити області їх використання можна за рахунок виготовлення їх по порошковій (тобто керамічній) технології, при якій кристалофазовий склад скла кристалічних матеріалів формується при спікання за рахунок взаємодії між компонентами вихідного скла і кристалічного наповнювача. Щільну склокераміку з максимальним вмістом β -цельзіану (77-88 %) одержують спіканням її при температурі 1200-1300 °С протягом 1-2 годин (швидше на 10-14 годин) з порошків. Дана склокераміка характеризується високими значеннями електроізоляційних, теплофізичних та інших властивостей і може бути використана для виготовлення термостійких електроізоляційних виробів, рекомендована для застосування в якості термостійких ізоляційних виробів на спектрометрах "Поливак Е-2000" і ізолюючих теплопровідних елементів джерел електроенергії [8].

Зниження енергозатрат, пов'язаних з варкою вихідного скла та випалом, без погіршення значень властивостей склокераміки досягається за рахунок введення до складу порошкової композиції барієвоборатного скла.

В наш час не вирішена проблема утилізації відходів хімічних виробництв, які займають величезні території під відвали. В результаті водоочистки промислових вод хімічним методом нейтралізації у відвалах "Концерну Стирол" (м. Горлівка Донецької

області) утворюється до 10 тис. тонн шламу на рік. Використання вказаних промислових відходів в якості кальційвміщуючої сировини для одержання жаростійких цементів з комплексом заданих властивостей і одержання бетонів на їх основі дозволяє розширити сировинну базу України, замінити дорожню сировину, зменшити імпорт глиноземного цементу із Росії та покращити екологічний стан в Україні.

Розроблені цементні маси можуть бути використані для виготовлення бетонів, набивних і торкрет-мас, які дозволяють замінити традиційну футеровку із вогнетривкої цегли на монолітну безшовну футеровку теплонапружених дільниць високотемпературних агрегатів та застосовуватись в хімічній, металургійній, нафтоперероблюючій галузях народного господарства. Футеровки із набивної маси, мають ряд переваг в порівнянні з футеровками із штучних вогнетривів: виключається трудоємна, а також енергоємна операція випалу виробів; можливе створення монолітної футеровки великого розміру і складної конфігурації. Застосування розроблених жаростійких матеріалів дозволить збільшити в 1,5-2 рази термін експлуатації футеровок, скоротити кількість технологічних зупинок і профілактичних ремонтів, знизити енерговитрати і собівартість цементу, який можна виготовити на діючих вогнетривких та цементних підприємствах без додаткових капітальних вкладень [9].

Отже, вирішення питання енергозбереження у виробництвах основної хімії можна досягати різноманітними способами і методами, наприклад: 1 – створення сучасних високоефективних, конкурентоспроможних, екологічно чистих технологій, 2 – золь-гель метод дає можливість при значно менших затратах одержувати однорідну та щільну структуру матеріалів та виробів із них, 3 – практично виключається необхідність багатогодинного помелу, 4 – отримання виробів складної конфігурації різноманітних форм та розмірів, які не потребують додаткової механічної обробки, 5 – використання порошкової (тобто керамічної) технології, 6 – введення додатків, які дають змогу отримувати вироби без випалу з підвищеною термо-, шлако- та тріщиностійкістю, 7 – виробництво матеріалів, цементу, виробів може бути здійснено на діючих вогнетривких та цементних підприємствах без додаткових капітальних вкладень, 8 – заміна традиційних процесів випалу при утилізації токсичних відходів (шлами та золи теплових електростанцій) шляхом переведення сполук у водорозчинну форму технології рідиннофазного окислення у кислому середовищі, 9 – створення замкнутого циклу по окисленню за рахунок регенерації реагента шляхом заміни операції реагентного осадження сполук електрохімічним процесом, 10 – використання як теплоносія вуглеводнів, які містяться у відпрацьованому каталізаторі гідроочищення нафти від сірки, дозволяє зменшити собівартість одержаної продукції, 11 – скорочення затрат енергії на двох стадіях переробки каталізатора (випалу і осадження продуктів) в результаті використання тепла газів, які відходять.

Розглянуті технології [10] менш енерговитратні та більш ефективні, бо енергозбереження може бути досягнуто при проектуванні технологічних схем виробництва за допомогою сучасних методів інтеграції процесів, які базуються на пінч-аналізі.

Література

1. Костенко Ю.Т., ТОВАЖНЯНСКИЙ Л.Л., КАПУСТЕНКО П.А. Энергетическая стратегия Украины – энергосбережение // Интегрированные технологии та энергосбережения. № 1.– Харьков, 1999. С. 3-7.
2. Українська промисловість: шлях до енергетичної ефективності – ЄС Energy in Kiev (Програма TACIS). –К. 1995.– С. 65-66.

3. Козуб П.А., Гринь Г.И., Гуренко Л.П., Коробец О.В., Синицкая А.М. Особенности моделирования процессов извлечения соединений ванадия из отработанных катализаторов химического производства. Дніпродзержинськ: ДДТУ.– 2000.– С. 101.
4. Гринь Г.И., Козуб П.А., Дробоног Н.Н. Изучение процесса удаления органических веществ из отработанного Ni-Mo катализатора // Вестник НТУ "ХПИ".– 2003.
5. Смит Р., Клемеш Й., Товажнянский Л.Л., Капустенко П.А., Ульев Л.М. Основы интеграции тепловых процессов. Харьков: НТУ «ХПИ».– 2000. – 456 с.
6. Гуренко Л.П., Семченко Г.Д. Малоэнергоёмка термостойкая керамика. Харків: УНДІВ. Вип.2. 1995. С. 17-21.
7. Л.П.Гуренко, Г.Д.Семченко Материалы многофункционального назначения из огнеупорного лома с использованием золь-гель связи. УГНИИО «Эффективные огнеупоры на рубеже 21 ст.» - Харьков: «Каравелла».–2000. – С. 43-47.
8. Голеус В.И., Носенко А.В., Ильченко Н.Ю., Пономарчук Е.В. Стеклокерамика цельсиянового состава с реакционно формируемой структурой // Вестник НТУ"ХПИ". – 2001.– вып. №18. – С 71-75.
9. Шабанова Г.Н., Семенченко Е.А., Питак Я.Н. Получение высокоглиноземистых цементов на основе отходов химических производств // Зб. мат. конф. "Нові технології та обладнання по переробці промислових відходів і їх медико-екологічне забезпечення, Київ, тов. "Знання України".– 2001.– С. 106-110.
10. Гуренко М.С., Товажнянский Л.Л., Ульев Л.М. К вопросу об интеграции тепловых процессов в химических технологиях производства продуктов. // Вестник НТУ "ХПИ". –2003.– Вып. №14. – С. 120-125.

УДК 338.45: 621: 662.6

Товажнянский Л.Л., Гуренко М.С., Ульев Л.М., Горбунов К.А.

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ ОСНОВНОЙ ХИМИИ

В статье показаны различными способами и методами пути рационального энергопотребления и энергосбережения, которые должны стать высшим приоритетом энергетической стратегии Украины. Особая роль уделяется созданию современных высокоэффективных технологий, включающих в себя широкое внедрение современного оборудования для технологических и теплообменных систем и в которых используются химико-технологические методы переработки и производство различных продуктов и материалов. Данные технологии соответствуют достижениям научно-технического прогресса на основе энергосбережения, конкурентоспособности и экологической безопасности для удовлетворения нужд отечественной промышленности и созданию единой замкнутой системы человек – производство – окружающая среда.