**Прокопенко Віталій Анатолійович. Гіпохлоритне одержання благородних металів з вторинної дисперсної мінеральної сировини : Дис... д-ра наук: 05.17.01 - 2008.**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Прокопенко В.А. Гіпохлоритне одержання благородних металів з вторинної дисперсної мінеральної сировини. –Рукопис.**  Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.17.01 – технологія неорганічних речовин. Національний технічний університет України „КПІ”, Київ, 2008.  Дисертація присвячена розробці ефективної та екологічно безпечної технології вилучення благородних металів з вторинної дисперсної мінеральної сировини - креців.  З‘ясовано склад та фізико-хімічні властивості креців і визначено базову хімічну реакцію розчинення їх металевих компонентів. За встановленими кінетикою і механізмом розчинення золота у хлорид-гіпохлоритних розчинах розроблено технологічний процес селективного вилучення золота з креців, а для знезолочених розчинів - процес утилізації складових та вилучення токсичних металів. На їх базі створено технологію переробки креців з утилізацією цінних компонентів та знешкодженням технологічних розчинів, оригінальне обладнання для основних операцій, які реалізовано в промислових умовах в екологічно безпечному режимі. | |
| |  | | --- | | 1. Вирішено важливу науково-технічну проблему переробки дисперсних матеріалів, вміщуючих благородні метали, що не має вітчизняних та світових аналогів. Створено фізико-хімічні основи процесів екстракційного селективного одержання золота та супутніх металів з золотовмісних мінеральних систем техногенного походження. Сформульовано принципи керування такими процесами і реалізовано шляхи їх практичного використання. Запропоновані рішення технологічні, екологічно безпечні, а створене для його реалізації обладнання ефективне, універсальне, відповідає сучасному науково-технічному рівню. 2. Вперше системно вивчено та охарактеризовано хімічний та речовинний склад різноманітних креців і концентратів збагачення, з‘ясовано кількісні та хімічні особливості знаходження в них золота та його сплавів, здійснено класифікацію креців за кількісною наявністю в них золота та мінеральним складом: високовмісні хромоксидні (8-13 %), високовмісні крокусні (також 8-13%) та низьковмісні креці (~1,0 %). 3. На основі аналізу існуючих методів та умов розчинення золота у водних системах «комплексоутворювач – окисник» запропоновано і науково обґрунтовано використання хлорид-гіпохлоритних розчинів для одержання золота та супутніх металів з креців та концентратів збагачення у вигляді хлоридних комплексів на заміну традиційних, зокрема, на основі суміші нітратної та хлоридної кислот та ціанідних. 4. Вперше встановлено особливості кінетики розчинення золота у хлорид-гіпохлоритних розчинах і показано, що швидкість процесу складно залежить від рН (може відрізнятися на 1,5 порядки), концентрації гіпохлориту, змінюючись майже у 27 разів, має температурний максимум при 304 К і може перевищувати майже на 2 порядки швидкість традиційного розчинення золота у ціанідних лужних розчинах. 5. Запропоновано вірогідний механізм розчинення золота в системі [Au0 **|** ClО–, Cl–, H+], що складається з двох основних стадій – іонізації Ауруму в активному центрі (під впливом адсорбованої ним хлорнуватистої кислоти з деструкцією її молекули і постачанням у зону реакції атомарного Хлору) і утворення за участю протонів іонізованим атомом Ауруму з атомарним Хлором молекули золотохлористоводневої кислоти. Ідентифіковано поверхневі малорозчинні сполуки AuOH, AuCI та Au(OH)Cl–, що утворюються при взаємодії Ауруму з хлорнуватистою кислотою і гальмують його перехід до розчину. 6. Зниження рН < 2,0 спричиняє розчинення AuOH, AuCI та Au(OH)Cl–у гіпохлоритних системах, а наявність в них галогенід-іонів призводить до заміщення ними адсорбованих поверхнею золота і також пасивуючих її молекул води, внаслідок чого поверхня металу деблокується і реакція його окиснення прискорюється. Тому швидкістю розчинення золота можна керувати рН і концентрацією Cl–у системі [Au0 | ClО–, Cl–, H+]. 7. Встановлені нанорозмірна дисперсність (~50-100 нм) золотовмісної металевої фази, розподіленої на відносно розвинутій поверхні (12,6-18,2 м2/г) мінеральної основи креців та концентратів збагачення, відсутність агрегатоутворення у їх кислих водних дисперсіях, а значить, і замкнених внутрішніх агрегатних порожнин, визначають вільний доступ реагентів до цієї металевої фази та високе значення поверхні взаємодії золота з відповідними реагентами. У поєднанні з встановленими хімічними параметрами реакції гіпохлоритного розчинення золота (реакція 1-го порядку, константи швидкості, зокрема, при оптимумі 304 К Кр=0,40 моль(с–1м-2), а енергія активації Еа=53,43 кДж/моль) та реологічними показниками забезпечують кінетичний контроль її швидкості при реалізації процесу. 8. Встановлено, що найкращими селективними відновниками Ауруму з продуктивних хлоридних розчинів є гідроксиламін хлороводневокислий або гідразин, які забезпечують утворення добре сформованих, крупних за розмірами (2,0-2,5 мкм) агрегатів дисперсного золота чистотою після промивання від залишків розчину - 99,95-99,99 %мас.. Процес може відбуватися у широких діапазонах концентрації розчиненого золота (вище 10 г/дм3 при оптимумі 50 г/дм3 і вище) та температури (303-350 К при оптимумі 337 К), заважаючих елементів не встановлено. 9. Вперше створено екологічно безпечний та економічно ефективний процес одержання золота з дисперсних мінеральних систем техногенного походження, який включає послідовні стадії:   - попередньої підготовки креців обпалом при підвищеній відносно традиційної технології на 200 К температурі з наступним помелом у лінійному вихрьовому диспергаторі типу ЛИВ-1;  - розчинення золотовмісної металевої складової, яке здійснюється керованим надходженням розчину концентрованої (37 %мас.) НСІ до суспензії золотовмісної дисперсної фази, розподіленої у дисперсійному середовищі – концентрованому (~ 16 %мас.) розчині NaOCl, рН якого попередньо зменшено до 7, з реєстрацією закінчення реакції розчинення за початком виділення газоподібного хлору;  - відокремлення на фільтрі насиченого продуктивного розчину від знезолоченої дисперсної мінеральної фази з кількаразовим її промиванням від його залишків;  - селективне відновлення Ауруму з продуктивного розчину гідроксиламіном хлороводневокислим або гідразином з одержанням золота високого ґатунку, а також супутніх металів – Pd (чистотою до 99,8 % мас.) та Ag ( до 99,5 % мас.) за допрацьованими відомими прийомами;  - одержання зливків золота банківських чи ювелірних кондицій або сплавів з підвищеними експлуатаційними та технологічними властивостями (міцністю, пластичністю, можливістю багаторазових перегину та паяння) за рахунок спеціально розроблених Ni-Zn –домішок;   1. Вперше створено та випробувано процес переробки відпрацьованих (після вилучення з них благородних металів) продуктивних розчинів з метою рекуперації міді та їх знешкодження вилученням супутніх металів (Ni, Zn, Fe, Cr та інш.) поєднанням стадій допрацьованих електрохімічного та цементаційного вилучення міді з розробленим гальванокоагуляційним, що дозволяє не тільки утилізувати мідь, а й довести їх склад до рівнів нижче ГДК на скид до міських каналізаційних мереж . 2. Вперше розроблено, виготовлено, випробувано типорозмірний ряд установок, а також впроваджено у практику виробничу ділянку вилучення благородних металів з креців, в якій робочі операції послідовно виконуються у двох пристроях-реакторах, конструкція яких дозволяє вести процес у екологічно безпечному циклі з перешкоджанням несанкціонованого доступу до металовмісних матеріалів, і одержувати благородні метали високого ґатунку (Au, Pd та Ag , відповідно - 99,99, 99,8 та 99,5 %мас.). 3. Нова технологія та відповідне обладнання реалізовані у виробничих процесах двох промислових підприємств в м. Києва, що вже дозволяє повертати в їх обіг до 60 кг золота за рік і одержати від їх використання близько 1 млн. грн., з них за останні 5 років - 750 тис. грн., а знешкодження відпрацьованих розчинів з утилізацією металевих компонентів (при застосуванні у технологічному циклі ДКБГП „Геофізприлад”, м.Київ) дозволила одержати протягом двох років ще більше 100 тис.грн. | |