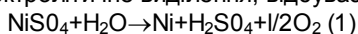


Цей винахід стосується способу видалення сірки, яка утворюється в процесі одержання нікелю, наприклад, при вилугуванні нікелевого штейну, із циклу вилугування. Згідно з цим способом, анодний електроліт, який утворюється при електролітичному виділенні нікелю, нейтралізують з використанням нейтралізаційного агента на основі вапна, при цьому сірку видаляють з циклу вилугування у вигляді гіпсу.

Відомо, що нікелеві концентрати спочатку піддають пірометалургійному переробленню у плавильній печі для одержання нікелевого штейну, який має порівняно високий вміст сірки. Потім нікелевий штейн передають у конвертер, де одержують високоякісний нікелевий штейн зі значно нижчим вмістом сірки. Останнім часом пірометалургійну стадію виробництва нікелю почали модернізувати; в результаті модернізації конвертер взагалі виключають з процесу, і нікелевий штейн, одержаний у першій плавильній печі, наприклад, у суспензійній плавильній печі, передають безпосередньо на гідрометалургійне перероблення. Шлак, що утворюється у першій плавильній печі, звичайно піддають подальшому переробленню в електричній печі, в якій одержують штейн, який також надходить на гідрометалургійне перероблення. Зокрема, у першій плавильній печі вміст сірки в одержуваному нікелевому штейні завжди дещо перевищує її вміст у штейні після конвертера і, таким чином, ця кількість сірки додається до її кількості, яка циркулює в процесі вилугування, і може спричинити так зване сірчане набухання, якщо не забезпечити видалення сірки з циклу вилугування тим чи іншим шляхом. Ця проблема є типовою для сульфатного процесу вилугування нікелю.

Для цілей гідрометалургійного перероблення нікелевий штейн подрібнюють і вилуговують, одержуючи анодний електроліт (аноліт) для електролітичного виділення нікелю. Вилугування нікелевого штейну є багатостадійним процесом і включає кілька стадій вилугування, які виконують як при атмосферному, так і при підвищеному тиску. Одержаний таким шляхом розчин сульфату нікелю подають на стадію очищення розчину (видалення кобальту), а потім або на електролітичне виділення нікелю, або на відновлення нікелю до металу з допомогою водню.

Коли розчин сульфату нікелю, одержаний шляхом вилугування нікелевого штейну, подають на електролітичне виділення, відбувається така реакція:



Електроди при процесі електролітичного виділення відокремлені один від одного мембраною. Одна з головних рис процесу полягає в тому, що через мембрану слід пропускати певний струм, щоб сірчана кислота, яка утворюється в процесі електролітичного виділення нікелю, не вступала в контакт з катодом, інакше на катоді буде утворюватися не нікель, а газоподібний водень. Таким чином, швидкість потоку розчину для заданої кількості нікелю є постійною, і утворюється певна постійна кількість аноліту. Склад аноліту відповідає приблизно 70 г/л Ni і 45-50 г/л H_2SO_4 . Як видно з рівняння реакції (1), кількість сірчаної кислоти, яка утворюється в процесі електролітичного виділення нікелю, є молекулярним еквівалентом кількості осажденного нікелю. Щонайменше частину цієї окисленої сірки слід видаляти з циклу вилугування у вигляді сульфату таким чином, щоб нікель з сульфатом не видалявся.

Видалення сірки з циклу вилугування, як правило, виконують шляхом застосування нейтралізаційних агентів на натрієвій основі (карбонату натрію, гідроксиду натрію), інакше кажучи, окислену сірку (сірчану кислоту) нейтралізують гідроксидом натрію або содою, залежно від конкретних обставин. В результаті процесу нейтралізації утворюється розчинний сульфат натрію, який за нормальних умов слід видаляти з процесу як побічний продукт. Сульфат натрію, однак, є настільки цінним продуктом, що він повинен мати певний попит, якщо ж такого попиту немає, то використання нейтралізаційних агентів на основі натрію для нейтралізації сірки є економічно недоцільним.

Використання вапна в сульфатних процесах перешкоджає, як правило, осадження гіпсу, який забиває полотна фільтрів та мембрани, а також спричиняє утворення шарів гіпсу на нагрітих поверхнях.

Нині розроблено спосіб відповідно до цього винаходу, в якому щонайменше частину сірки, яка утворюється при вилугуванні нікелю, видаляють шляхом відведення частини аноліту після електролітичного виділення у вторинний потік, де сірчану кислоту нейтралізують кальцієвмісною сполукою, наприклад, паленим вапном (CaO) або вапняком (CaCO_3). Нейтралізований розчин є насиченим гіпсом, і цей гіпс відділяють від розчину, наприклад, з допомогою екстрагента, так, щоб вміст гіпсу в розчині був явно нижчий рівня насичення.

Нейтралізований аноліт, з якого було видалено частину гіпсу, повертають у цикл вилугування, причому перевага віддається повертанню на стадію видалення кобальту, де цей аноліт не збільшує реальну кількість розчину нікелевого штейну. Основні нові ознаки цього винаходу ясні з пунктів формули винаходу.

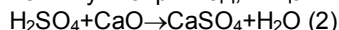
У способі відповідно до цього винаходу шкідливі ефекти гіпсу, який утворюється при осадженні вапном, можна усунути не тільки шляхом осадження та фільтрування розчину, але також шляхом видалення гіпсу з насиченого розчину безпосередньо після нейтралізації вапном. Для видалення гіпсу застосовують відомий спосіб, наприклад, екстракцію відповідним екстрагентом, наприклад, реагентом DEHPA (ди-(2-етилгексил)-фосфорною кислотою), так щоб вміст гіпсу в розчині був явно нижчий рівня насичення, що зводить до мінімуму шкідливий вплив гіпсу. Одержаний осадовий гіпс можна відкидати або використовувати як будівельний матеріал.

Винахід детально описано нижче з посиланнями на принципову схему 1 технологічного процесу, яка додається. Процес вилугування нікелевого штейну в цілому показано на схемі як одну стадію, в той час як у практиці він завжди є багатостадійним процесом і включає стадії вилугування при атмосферному і при підвищеному тиску. Вилугування проводять анолітом, який надходить зі стадії електролітичного виділення і являє собою розчин, який містить сірчану кислоту. Стадії вилугування включають також вилучення міді та заліза, яке виконують відомим способом. Розчин сульфату нікелю, одержаний при вилугуванні, подають на стадію видалення кобальту, а потім очищений розчин піддають електролізу, який відбувається відповідно до принципу електролітичного виділення.

При електролітичному виділенні нікель виділяється на катоді у вигляді елементарного чистого нікелю, а в анодному просторі утворюється сірчана кислота. В ході електролітичного виділення вміст нікелю в розчині зменшується до приблизно 30 г/л, а вміст сірчаної кислоти в аноліті збільшується на ту ж величину.

Частину аноліту повертають на вилугування, в той час як інша його частина надходить у вторинний

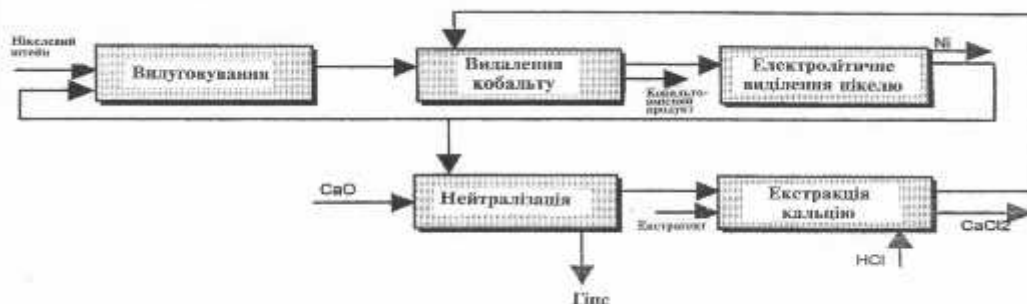
потік, і її спрямовують на окрему стадію нейтралізації, де аноліт нейтралізують шляхом додавання до нього якого-небудь нейтралізаційного агента, що містить кальцій, наприклад, тонко подрібненого паленого вапна або вапняку. Наприклад, якщо використовують палене вапно, то відбувається реакція:



Перевага віддається відведенню у вторинний потік від 30% до 60% кількості аноліту. Сірчану кислоту, присутню в розчині, нейтралізують з одержанням гіпсу, який осаджують і видаляють з циклу шляхом фільтрування.

Розчин, який виходить зі стадії нейтралізації, насичений гіпсом ($\text{Ca}=500-700$ мг/л), і, якщо його безпосередньо повертати в процес вилугування, то виникає загроза осадження гіпсу на нагрітих поверхнях, полотнах тощо. З цієї причини розчин піддають екстракції кальцію відомим екстрагентом, наприклад, реагентом ДЕНРА. Таким чином вміст кальцію в розчині зменшують до значень, які лежать значно нижче рівня насичення ($\text{Ca}=50-150$ мг/л), чим виключають загрозу осадження. Органічну фазу зі стадії екстракції кальцію екстрагують розчином хлористоводневої кислоти, при цьому видаляють з органічної фази кальцій у вигляді хлористого кальцію. Після видалення кальцію нейтралізований аноліт у варіанті, якому віддається перевага, повертають на стадію видалення кобальту; таким чином, реальний потік при вилугуванні нікелевого штейну залишається значно меншим, ніж він був би у випадку рециркуляції всієї кількості аноліту на стадію вилугування.

Серед переваг запропонованого способу слід згадати те, що нейтралізаційний агент значно перевищує за економічністю агенти, використовувані в сучасній техніці. Кількість нікелю, яку одержують при електролітичному виділенні з певної кількості вилугувального розчину, є постійною, і, оскільки частина потоку розчину аноліту тепер додають до потоку, який надходить з процесу вилугування штейну, тільки після стадії вилугування, то це означає, що вміст нікелю в розчині, який надходить з вилугування, можна підвищити у порівнянні з випадком, коли весь потік піддають рециркуляції через стадію вилугування. Таким чином, кількість нікелю, яку потрібно виділити при вилугуванні ("дельта-нікель", г/л) на певну кількість розчину, можна збільшити у порівнянні з кількістю, яка відділяється при електролітичному виділенні. Оскільки на стадію вилугування повертають лише частину розчину, то можна, наприклад, значно зменшити витрати тепла на нагрівання розчину. Розміри устаткування для вилугування також можна відповідно зменшити. Температура аноліту, який надходить зі стадії електролітичного виділення, становить приблизно 60°C , а для цілей вилугування його нагрівають до температур від 90°C до 140°C , залежно від стадії.



Фіг.