

Кравченко М. Ю., магістрант гр. МЕТ-16-2мз, Воляр Р. М., доц., к. т. н. – науковий керівник

ДОСЛІДЖЕННЯ КОНВЕРСІЇ ТЕТРАХЛОРИДУ КРЕМНІЮ В СІМЕНС-ПРОЦЕСІ

Запорізька державна інженерна академія, кафедра металургії

Одним з найважливіших та найпоширеніших напівпровідникових матеріалів, який використовується в даний час, є кремній. На основі кремнію виготовляється основна частина усіх видів напівпровідникових пристроїв, за допомогою яких посилюють і регулюють електричні струми і напругу, обробляють і зберігають інформацію, перетворюють сонячну енергію в електричну і багато що інше. Технологія виробництва кремнію напівпровідникової якості складається з декількох складних етапів, один з яких виробництво полікристалічного кремнію.

Гідрування або конверсія тетрахлориду кремнію це важлива ділянка при виробництві полікремнію в Сіменс-процесі замкнутого циклу. Оскільки тетрахлорид є основним супутником трихлорсилану. При відновленні трихлорсилану у реакційній камері реагує лише близько 20 % парогазової суміші, що подається, а решта реагенту йде на розділення. В результаті хімічних реакцій, що проходять при відновленні утворюється велика кількість речовин основними з яких є хлористий водень, дихлорсилан, тетрахлорид кремнію. Останній займає близько 40 % усіх відходів і тому в технологічній схемі виробництва для зниження собівартості передбачене спеціальне устаткування для його переробки в основний продукт трихлорсилан.

Конвертор гідрування тетрахлориду кремнію, це водоохолоджуваний циліндричний посуд виготовлений з нержавіючої сталі спеціального сплаву, який усередині оснащений графітовою оснасткою і графітовими нагрівачами для проходження на них основної реакції гідрування. Очищений водень і тетрахлорид підігріваються до температури 1200 °С та з надлишковим тиском подають у конвертор, де на графітових нагрівачах відбувається реакція конверсії, далі насичена парогазова суміш загартовується для виключення зворотної хімічної реакції та прямує на ділянку хімічного розділення.

Ступінь конверсії зазвичай має рівень близько 20 %, при наявності температури 1100...1250 °С і мольного співвідношення тетрахлориду і водню 1 : 3, 1 : 4. Тобто після гідрування парогазова суміш на виході з устаткування збагачується приблизно на 20 % трихлорсиланом, після розділення на колонах хімічної очистки трихлорсилан подається на реактори відновлення, а тетрахлорид повертається на гідрування.

Підвищення ступені гідрування на 2-3 % значно знижує собівартість виробництва за рахунок більш раціонального використання паро-газової суміші. В результаті проведення науково дослідних робіт на ПАТ «Завод напівпровідників» (м. Запоріжжя), після незалежного відбору проб з декількох конверторів, перевірки витратомірів тетрахлориду кремнію і водню та заміни внутрішньої графітової оснастки на більш надійну вуглекомполімерну були встановлені оптимальні умови підвищення конверсії:.

Таблиця – Оптимальні умови процесу гідрування

Умови	Т (°С)	Р (атм.)	Мольне співвідношення П	Ступінь конверсії, %
Оптимальні	1100	3	4	24,81
Наявні	1000-1250	2-4	2-4	20

Одержані результати досліджень дозволили підвищити міру конверсії вище 20 %, що у свою чергу значно знижує собівартість виробництва полікристалічного кремнію і наближає його ціну до ринкової.