

Голові разової спеціалізованої вченої ради Інституту сцинтиляційних матеріалів НАН України, доктору технічних наук, завідувачу відділу Інституту сцинтиляційних матеріалів НАН України Сідлецькому Олегу Цезаревичу

ВІДГУК

Офіційного опонента, доктора технічних наук, старшого наукового співробітника, завідувача відділу монокристалів надтвердих матеріалів Інституту надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України Лисаковського Валентина Володимировича на дисертаційну роботу Варича Андрія Григоровича «Нові технології виготовлення йодидів натрію та цезію для вирощування сцинтиляційних монокристалів з сировини техногенного походження» подану до захисту у разову спеціалізовану вчену раду Інституту сцинтиляційних матеріалів Національної академії наук України на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 132 Матеріалознавство галузі знань 13 Механічна інженерія

Актуальність обраної теми дисертації.

Дисертаційна робота Варича Андрія Григоровича присвячена дослідженню процесів очищення техногенних залишків вирощування монокристалів на основі йодидів натрію та цезію від домішок з метою одержання сировини високої якості, придатної для вирощування комерційних сцинтиляційних монокристалів. Сцинтиляційні монокристали на основі NaI та CsI є найпоширенішими матеріалами для детектування іонізуючого випромінювання широкого спектру застосування з огляду на їх відносну дешевизну і високий світловихід, обсяг випуску цих матеріалів складає десятки тон на рік. У процесі вирощування і наступної обробки при виготовленні детекторів значна частина кристалів, плав, промивні води йдуть у відходи. Частка відходів може досягати половини маси вихідної сировини. Відтак, виникають екологічні проблеми, пов'язані зі зберіганням і

транспортуванням відходів до місця переробки. Найкращим способом вирішення проблеми відходів є їх переробка поблизу місця розташування виробництва монокристалів. Але це вимагає удосконалення існуючих технологій переробки для зменшення кількості шкідливих викидів у довкілля і розробку більш ефективних технологій очищення йодидів від домішок важких і лужних металів. Вирішенню саме цих проблем і присвячено дисертаційну роботу Андрія Григоровича Варича.

Актуальність роботи підтверджується тим, що вона виконувалась в рамках конкурсної тематики: двох проєктів Цільової програми наукових досліджень НАН України «Нові функціональні речовини і матеріали хімічного виробництва» двох проєктів інноваційних проєктів.

Загальна характеристика роботи та отриманих у ній результатів

Загальний обсяг кваліфікаційної наукової праці, що подана на розгляд, складає 134 сторінки та складається з анотації, вступу, 4 розділів дисертації та висновків, списку використаних джерел літератури, чотирьох додатків та містить 20 таблиць та 23 рисунки. Список використаних джерел літератури містить 70 найменувань.

Робота є завершеним дослідженням, результати якого викладені у цілком логічній послідовності, та оформлена відповідно з вимогами Міністерства освіти і науки України. Мова роботи є технічно грамотною, а стиль подання інформації є лаконічним, термінологія відповідає тематиці наукового дослідження.

Повнота викладення основних результатів дисертації в опублікованих працях. Основні положення та результати дисертації викладено повністю у 5 наукових статтях у фахових виданнях, включених до наукометричних баз Scopus та Web of Science. Результати були апробовані на 4 науково-технічних конференціях. Практично важливі розробки захищено трьома патентами на корисну модель України.

У першому розділі дисертаційної роботи наведений огляд літературних джерел, на основі яких проаналізовано технології синтезу йодидів натрію та цезію і очищення їх від домішок, особливості кристалізаційного очищення. Сформульовано завдання які потребують вирішення. Необхідність виконання роботи витікає з літературного огляду.

У другому розділі дисертаційної роботи викладено загальний опис методик очищення йодидів натрію та цезію від техногенних домішок, вирощування дослідних зразків монокристалів, аналітичного контролю домішкового складу очищених йодидів натрію та цезію. Наведений опис методик дослідження фізичних властивостей отриманих кристалів.

Третій розділ дисертаційної роботи присвячений дослідженню особливостей багаторазової низькотемпературної кристалізації техногенних розчинів йодиду цезію, з'ясовано поведінку найбільш поширених і шкідливих домішок і необхідну кількість циклів кристалізації для досягнення необхідного рівня чистоти для вирощування монокристалів CsI(Tl) і низькофонового йодиду цезію. Обґрунтовано і відпрацьовано на лабораторному рівні і у виробничих умовах метод видалення домішок важких металів з йодиду цезію, який дозволяє позбутися домішок міді та талію, очищення від яких кристалізаційними методами (за допомогою масової і низькотемпературної кристалізації) неможливо.

У четвертому розділі розглянуті особливості неруйнівної переробки техногенних розчинів йодиду натрію, яка виключає виділення на проміжних стадіях елементарного йоду, сформульовано вимоги щодо граничного вмісту домішок у вихідній сировині. Технологію відпрацьовано у виробничих умовах. Показано, що кристали, вирощені з очищеної сировини, цілком відповідають вимогам, що пред'являються виробниками монокристалів.

Висновки роботи логічно витікають зі змісту роботи і відображені в роботах здобувача і повністю відповідають меті дослідження та змісту представлених експериментальних результатів.

Значимість дослідження для науки і практики

Наукова новизна отриманих результатів полягає у з'ясуванні параметрів очищення (ефективний та термодинамічний коефіцієнт очищення) розчинів йодидів натрію та цезію. Обґрунтовано використання низькотемпературних методів кристалізаційного очищення для техногенних розчинів йодиду цезію. Запропоновано метод неруйнівної переробки техногенних розчинів йодиду натрію, що полягає в попередній хімічній обробці для видалення техногенних домішок.

Автором вперше:

- Досліджено вплив температури на ефективність очищення методом багаторазової низькотемпературної мішаної кристалізації техногенних розчинів CsI від домішок лужних металів, талію, міді, сульфатів тощо.
- Визначено коефіцієнти очищення розчинів йодиду цезію від домішок у процесі БНМК і з'ясовано кількість циклів, необхідну для одержання йодиду цезію особливої чистоти, придатного для вирощування монокристалів CsI(Tl).
- Розроблено і впроваджено технологію видалення домішок талію і міді з розчинів йодиду цезію, одержаних з залишків виробництва, шляхом обробки техногенного розчину йодиду цезію металічним магнієм.
- Розроблено і впроваджено технологію неруйнівної переробки розчинів залишків вирощування монокристалів на основі йодиду натрію, яка дозволяє видалити домішки важких та лужноземельних металів і сульфатів одержати йодид натрію особливої чистоти для вирощування монокристалів.

Практичне значення отриманих результатів

Створено, впроваджено і зареєстровано технології глибокої очистки розчинів йодиду цезію від домішок важких металів і глибокої очистки розчинів йодиду натрію.

Одержані результати можуть бути використані, як вихідний матеріал для розробки процесів глибокого очищення інших галогенідів лужних та лужноземельних металів.

Запитання та зауваження до дисертації

1. Розділ 1. Рис. 1.3. З літературних даних витікає, що зі збільшенням розчинності солі у воді ефективність її кристалізаційного очищення зменшується. Чи спостерігається це для CsI та NaI?
2. Основи методу низькотемпературної спрямованої кристалізації були розроблені А.Б. Бланком. В чому необхідність застосування методу низькотемпературної мішаної кристалізації?
3. Стор. 86. Не зрозуміло, що з описаних методів – хімічна обробка чи кристалізація приводить до зниження вмісту магнію?
4. У списку літературних джерел присутні електронні посилання без роз'яснення і опису, що ускладнює сприйняття роботи при використанні друкованого зразка дисертації.

Однак вказані зауваження не впливають на високий науковий рівень та практичну цінність дисертаційної роботи. Дисертаційна робота актуальна, завдання та мета роботи чітко сформульовані та досягнуті. Одержані результати роботи заслуговують загальну позитивну оцінку.

Відсутність порушень академічної доброчесності

У дисертаційній роботі та наукових публікаціях Варича Андрія Григоровича відсутні порушення академічної доброчесності.

Загальний висновок та оцінка дисертації.

Вважаю, що за актуальністю, новизною, рівнем і достовірністю отриманих наукових результатів дисертація Варича Андрія Григоровича «Нові технології виготовлення йодидів натрію та цезію для вирощування сцинтиляційних монокристалів з сировини техногенного походження» повністю відповідає всім вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, а її автор, Варич Андрій Григорович, заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю за спеціальністю 132 Матеріалознавство галузі знань 13 Механічна інженерія.

Офіційний опонент
доктор технічних наук,
старший науковий співробітник,
завідувача відділу монокристалів
надтвердих матеріалів
Інституту надтвердих
матеріалів ім. В.М. Бакуля
НАН України



Валентин ЛИСАКОВСЬКИЙ

Підпис Валентина ЛИСАКОВСЬКОГО засвідчую:
Вчений секретар Інституту надтвердих
матеріалів ім. В.М. Бакуля
НАН України,
Кандидат технічних наук



Володимир СМОКВИНА