

ВІДГУК

офіційного опонента Рудя Олександра Дмитровича
на дисертаційну роботу Довбенка Володимира Віталійовича
«Оптимізація технології одержання алюмінію з вторинної сировини»,
представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії за
спеціальністю 136 – «Металургія», галузь знань 13 – «Механічна інженерія»

Актуальність теми дисертації

Переробка алюмінієвих шлаків та використання алюмінієвих відходів для виробництва вторинних алюмінієвих сплавів стає актуальним завданням у зв'язку зі зростанням обсягів виробництва алюмінію та, відповідно, збільшенням кількості відходів цього процесу. Забезпечення сталого розвитку та оптимізація ресурсовикористання визначають необхідність ефективної обробки та використання відходів алюмінієвого виробництва.

Виділення алюмінієвих шлаків, що виникають у результаті виробничих процесів, представляє собою проблему, яка вимагає системного підходу до її розв'язання. Зокрема, переробка алюмінієвих шлаків у сприятливі вторинні матеріали визнається необхідною для забезпечення ефективного управління відходами та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

Використання алюмінієвих відходів для виробництва вторинних алюмінієвих сплавів має важливий економічний та екологічний вимір, знижуючи залежність від первинних джерел алюмінію та сприяючи збереженню природних ресурсів. Крім того, такий підхід допомагає зменшити викиди парникових газів та витрати енергії, пов'язані з первинним виробництвом алюмінію. Все це підкреслює актуальність впровадження технологій та стратегій, спрямованих на ефективне використання алюмінієвих відходів у виробництві вторинних сплавів.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1. Розвинуто уявлення про механізм процесу вилучення алюмінію при переробці металургійного шлаку на основі зміни валентності алюмінію з три- до одновалентного, що реалізується у дві стадії. Для інтенсифікації процесу переробки ливарного алюмінієвого шлаку вперше використано сполуку Na_2CO_3 , що поліпшує стан довкілля внаслідок зниження шкідливих викидів (Cl, F), які утворюються при використанні традиційних технологій.

2. Одержали подальший розвиток дослідження закономірностей впливу теплообмінних процесів на металургійний вихід при переробці низькосортних алюмінійвмісних шлаків, визначено раціональні теплові режими, що забезпечують підвищення виходу придатного алюмінію на 35 %. Управління теплообмінними процесами на основі встановлених закономірностей дозволило досягти відновлення алюмінію зі шлаку приблизно від 75 % до 85 %, що значно перевищує показники відомих аналогів.

3. Вперше проведено комплексні наукові дослідження та розроблено технічні рішення з підвищення ефективності роботи електротермічного обладнання з переробки алюмінієвих шлаків за рахунок використання змінного струму для нагрівання потоку розплаву до температур від 1820 °C до 2250 °C; підтримання циркуляції розплавленого металу між вакуумною електродуговою камерою і накопичувальною піччю; додаткового впливу високих температур в зоні горіння дуги на шлак. Новизну технічних рішень, розроблених у роботі, підтверджує патент на винахід України № 124750. Все це забезпечує спрощення технологічного процесу переробки, зниження енергозатрат та захист навколишнього середовища.

4. Набули подальшого розвитку експериментальні дослідження процесу окислення алюмінію. Встановлено, що окислення відбувається як за рахунок атмосферного кисню, так і розчинних в розплаві неметалічних включень (MgO , AlN , Mg_3N_2 , Al_2O , AlB_2 та інші). Суттєвому зростанню окислення рідкого алюмінію сприяють лужні або лужноземельні елементи, а також цинк, які утворюють поверхневі рихлі оксидні плівки. Одержані результати мають

наукове значення і можуть бути використані при вирішенні прикладних задач, пов'язаних з переробкою вторинної сировини.

5. Вперше для сплаву системи Al-Mg-Cu, що виплавлений з алюмінію, вилученого з ливарного шлаку, розроблено спосіб введення цинку в пароподібному стані, що дозволило одержати вироби без гарячих тріщин.

Положення та висновки дисертації базуються на експериментальних даних, представлених у роботі, та є належним чином обґрунтованими. При проведенні досліджень було застосовано сучасні методи, інструменти та обладнання, що у поєднанні з високою кореляцією отриманих даних забезпечують достовірність наукових результатів.

Отримані результати ґрунтуються на надійних експериментальних даних, які були належним чином представлені у роботі і відповідають вимогам наукової методології. Дослідження проведені з використанням сучасних методів, інструментів і обладнання, що зумовлює точність і достовірність отриманих результатів і, відповідно, зроблених в роботі висновків.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності

Дисертаційна робота була написана автором самостійно. За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Довбенка В.В. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 136 – «Металургія» та напрямам досліджень відповідно до освітньої програми «Металургія».

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям «Дослідження теплових і фізико-хімічних впливів на структуру сплавів, властивостей виливків і заготовок та їх регулювання за рахунок стабілізації параметрів».

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна

робота Довбенка Володимира Віталійовича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою з використанням загальноприйнятої наукової термінології. Матеріал викладено логічно та послідовно. Кожен із розділів дисертації має завершену структуру.

Дисертація складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації - 143 сторінки.

У вступі представлено актуальність тематики дослідження, мету і завдання дослідження відповідно до предмета та об'єкта дослідження, використані в роботі методи досліджень, наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, особистий внесок здобувача, апробацію матеріалів дисертації та її зв'язок з науковими темами, структуру та обсяг дисертації.

У першому розділі проведено аналітичний огляд літературних джерел щодо процесів переробки та одержання вторинного алюмінію. Розглянуто тенденції виробництва алюмінію в Україні та за кордоном. Показано сучасні технологічні підходи та обладнання, що використовується для металургійного виробництва вторинного алюмінію. Проаналізовано основні методи підготовки алюмінієвих відходів та шлаків для плавки та їх вплив на показники металургійного виробництва.

У другому розділі представлено відомості щодо матеріалів, обладнання та детальний опис методик, які були здобувачем використані у дослідженнях.

У третьому розділі наведено схему конструкції установки, що була використана при виробництві вторинного алюмінію зі шлаку. Показано, що висока ефективність відновлення алюмінію зі шлаку та висока продуктивність процесу досягається за рахунок підтримки циркуляції рідкого металу між вакуумною електродуговою камерою і накопичувальною піччю, а також дією

додаткового впливу високої температури в зоні горіння дуги на шлак. Високу якість та чистоту отриманого металу підтверджено фазово-структурним аналізом.

У **четвертому розділі** наведено екологічні аспекти та розрахунок економічних показників ефективності впровадження розробленої технології переробки алюмінієвого шлаку у виробництво. Встановлено, що викиди і концентрація забруднюючих речовин як на межі розрахункової санітарно-захисної зони, так і в атмосферному повітрі не вища за гранично-допустимі норми для атмосферного повітря населених місць і не матимуть значного шкідливого впливу на оточуюче середовище. Економічний ефекту від створення виробництва вторинного алюмінію з ливарного алюмінієвого шлаку у вигляді чистого дисконтного прибутку складає 39780,8 тис. грн.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Наукові результати дисертації висвітлені у 16 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 5 статей у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 1 стаття у періодичному науковому виданні, проіндексованому у базі даних Scopus; 1 патент України. Також результати дисертації були апробовані на 5 наукових фахових конференціях.

Наукові публікації здобувача мають високий науковий рівень, не порушують принципи академічної доброчесності та містять посилання на відповідні джерела. Таким чином, наукові результати дисертаційної роботи повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

Разом із загальною позитивною оцінкою роботи, дисертація не позбавлена деяких недоліків:

1. З якими іншими методами отримання алюмінію з ливарного шлаку Ви порівнювали представлену технологію? Відомо, що сольові методи одержання алюмінію забруднюють ґрунтові води. Які роботи проводяться для усунення цих забруднень?
2. При формулюванні практичної цінності роботи не вказано, які саме результати стали основою для удосконалення даної технології?
3. Які критерії оптимізації використані в роботі? Яка кількість електроенергії витрачається на процес отримання алюмінію і які застосовуються добавки? Бажано було б проаналізувати кількісні показники впливу на екологію, а також оцінити собівартість процесу порівняно з іншими технологіями.
4. Є деякі зауваження щодо форми подання матеріалу: не зовсім вдало вибрано форму побудови графіку на рис. 3.1, що ускладнює розуміння.
5. Чому при визначенні температур та ентальпій фазових переходів одержаних зразків для порівняння використовували алюміній марки А85?
6. Яким чином проводився забір проб шлаку, щоб одержати максимальний вихід алюмінію?
7. В дисертації зрідка зустрічаються опечатки, а саме: відсутність ком, де це необхідно, температура приводиться в градусах Цельсія і Кельвіна.

Висловлені зауваження не знижують високий науковий рівень роботи. Вони спрямовані, швидше, на пошук шляхів подальших досліджень, доцільність продовження яких не викликає сумніву.

Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Довбенка Володимира Віталійовича на тему «Оптимізація технології одержання алюмінію з вторинної сировини» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів

якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань 13 Механічна інженерія. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п. 6 – 9 «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.

Здобувач Довбенко Володимир Віталійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 13 – «Механічна інженерія» за спеціальністю 136 – «Металургія».

Офіційний опонент:

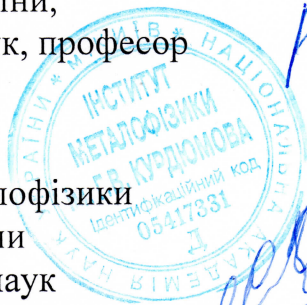
Завідувач відділу фізики дисперсних систем
Інституту металофізики ім. Г. В. Курдюмова
Національної академії наук України,
доктор фізико-математичних наук, професор



Олександр РУДЬ

Підпис Рудя О. Д. засвідчую

Учений секретар Інституту металофізики
ім. Г. В. Курдюмова НАН України
кандидат фізико-математичних наук



Марина САВЧУК

« 10 » січня 2024 року