

РЕЦЕНЗІЯ

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

Використання алюмінієвих виробів приводить до накопичення відходів, які використовують для виробництва вторинних алюмінієвих сплавів. У порівнянні з первинним металом витрати на їх виробництво набагато нижчі. Переробку шлаків та стружки, що утворюються в процесі лиття і обробки з алюмінієвих сплавів, здійснюють на спеціалізованих підприємствах. Легкий алюмінієвий брухт важко ефективно плавити, тому що він дуже легко окислюється. Для зменшення витрат на переробку часто використовують пресування гарячих шлаків безпосередньо після забору їх з дзеркала плавильної печі. Згідно з такою технологією гарячий шлак завантажують у форму і здавлюють під пресом. Вичавлений розплав алюмінію стікає в металеву форму і твердне. Для переробки отриманого після здавлювання залишку у вигляді спресованої кірки потрібні менші витрати. Однак, застосування даного прийому лише частково вирішує проблему переробки алюмінієвих шлаків і зменшення їх частки. Метод також не дозволяє відокремлювати алюміній при переробці холодних шлаків. Тому запропонована в дисертації технологія одержання алюмінію шляхом відновлення ливарних шлаків дозволяє суттєво зменшити кількість відходів, понизити затрати електроенергії на виробництво виливок. Оптимізація цієї технології потребує подальшого розвитку теоретичних і технологічних основ переробки алюмінієвих відходів та одержання з них високоякісного продукту.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни

Дисертаційна робота Довбенка В.В. містить наступні положення науковської новизни:

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 поліпшило 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 виявлених 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. Вони забезпечують 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_3 , AlB_2 та інш). 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.

Наукові дослідження були виконані здобувачем в відділі фізико-хімії сплавів ФТІМС НАН України під керівництвом доктора технічних наук, професора Верховлюка Анатолія Михайловича згідно Переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок, тематичних планів, господарчого договору між ФТІМС НАН України та ТОВ «Виробниче підприємство «Укркабель» № 130 від 11 лютого 2020 р. на тему: «Дослідження металургійного виходу алюмінію з ливарного шлаку». Наукові положення, висновки та рекомендації, що викладено в роботі, обґрунтовані на підставі глибокого та критичного аналізу іноземних та вітчизняних науково-технічних джерел інформації. Результати досліджень чітко сформульовано та якісно узагальнено. Достовірність результатів не викликає сумнівів, зважаючи на використання сучасних методів і методик досліджень, повноту отриманих експериментальних і розрахункових даних, які не вступають у протиріччя із існуючими теоретичними уявленнями, узгоджуються з відомими концепціями та базуються на фундаментальних засадах теорії металознавства.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Довбенка В.В. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 136 Металургія та напрямкам 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, копіїляції, 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. Опис та результати досліджень викладено послідовно та зрозуміло із використанням загальноприйнятої термінології.

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

Перший розділ присвячений аналізу сучасного стану та перспективам розвитку техніки і технологій одержання вторинного алюмінію.

У **другому розділі** викладені основні методологічні положення роботи, а саме представлено аналіз шлаків, що містять алюміній, їх властивості та класифікація; методику визначення металургійного виходу алюмінію в лабораторних умовах; метод диференційно-калориметричних досліджень одержаних зразків; розрахунки затрат матеріалів та енергетичних ресурсів на процес одержання Al зі шлаків і визначення економічної ефективності підготовки та переробки відходів.

Третій розділ присвячений дослідженню процесів теплообміну при виробництві вторинного алюмінію. Представлено технологічні особливості одержання алюмінію металургійним методом та його мікроструктура, схема і конструкція установки для виробництва вторинного алюмінію зі шлаку, вплив конструкції установок на теплообмін в процесі їх переробки та аналіз теплових режимів.

Четвертий розділ присвячений дослідженню процесів переробки відходів на основі алюмінію та опробуванню нової технології на дослідно-промисловій установці, процесам підготовки сировини, екологічним аспектам технології переробки шлаків та економічним показникам переробки відходів.

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.

Результати дисертаційної роботи повністю відображено у наукових публікаціях здобувача, які мають високий науковий рівень.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1) Дисертаційна робота дещо переобтяжена інформацією, що не має безпосереднього відношення до результатів дисертаційної роботи. Зокрема, це стосується роботи ПАТ «Запорізький виробничий алюмінієвий комбінат»: роки початку його експлуатації, джерела енергопостачання тощо.

2) У дослідженнях широко використовуються методи металографічного, рентгеноспектрального аналізів, вимірювання твердості. Проте в розділі «Матеріали і методики досліджень», а також по тексту вони не описані. При застосуванні електронно-скануючої спектроскопії не вказано, що являє собою інертний еталон.

3) З першого пункту новизни не зрозуміло, чим запропонований механізм вилучення алюмінію відрізняється від традиційного?

4) У дисертації не вказано, яким методом визначали ступінь окислення металу.

5) Важливим науковим результатом є розроблення способу введення цинку в сплав системи Al – Mg – Cu у пароподібному стані, проте не обґрунтовано доцільність такої операції.

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.

Рецензент:

Завідувач відділу безперервного
лиття та деформаційних процесів
Фізико-технологічного інституту
металів та сплавів НАН України,
доктор технічних наук, старший
науковий співробітник



Олексій НОГОВІЦІН

Підпис д. т. н. Ноговіцина О.В. засвідчую:

Вчений секретар

ФТІМС НАН України, к.т.н



Володимир ЛАХНЕНКО



17 січня 2023 року