

ВІДГУК
офіційного опонента
доктора технічних наук, професора Акімова Олега Вікторовича
на дисертаційну роботу Семенко Анастасії Юріївни
«РОЗРОБКА ПРИНЦИПІВ
ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧОГО УПРАВЛІННЯ
РОБОЧИМИ ПАРАМЕТРАМИ
ЛИВАРНИХ МАГНІТОДИНАМІЧНИХ УСТАНОВОК»,
подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.16.04 – ливарне виробництво

Актуальність теми дисертації та відповідність роботи спеціальності 05.16.04 – Ливарне виробництво.

Підвищення якості виробів з алюмінієвих розплавів нерозривно пов'язано з можливостями заливально-дозувального обладнання, що застосовується у технологічних процесах ливарного виробництва. Багаторічна практика експлуатації такого устаткування показала, що високі результати можуть бути досягнуті при застосуванні багатофункціональних ливарних магнітодинамічних установок (МДУ), що забезпечують, разом з якісним заливанням розплавів, доведення розплаву до необхідного хімічного складу, позапічну обробку перед заливанням в ливарну форму або інший металоприймач в період міксерування.

В опублікованих за останні два десятиріччя статтях і патентах на винаходи, присвячених вирішенню вказаної проблеми, наведені, в основному, нові розробки по створенню автоматизованого ливарного устаткування для дозованого розливання металевих розплавів у разові та постійні ливарні форми. Разом з тим публікації з питань автоматизації позапічної обробки розплаву і доведення його до необхідних кондицій перед дозованою заливкою в ливарні форми практично відсутні.

Приготування сплаву, його рафінування і позапічна обробка є одним з найважливіших складових технологічного процесу отримання виливків і литих заготовок. В даний час досліджуються можливості реалізації позапічної електрофізичної обробки розплаву, засновані на реалізації ефекту фізичного модифікування до- і заевтектичних алюмінієвих сплавів за рахунок електромагнітної дії. Добрі результати застосування комплексу вищезгаданих технологій дозволили трансформувати МДУ в сучасний універсальний агрегат, який знайшов своє застосування в дослідницьких та промислових цілях (зокрема, в Нідерландах, Республіці Корея, Великій Британії).

Разом з удосконаленням магнітодинамічного ливарного устаткування, отримали подальший розвиток і практичне застосування функціональні можливості МДУ: регульований індукційний нагрів розплаву, електромагнітне безконтактне кероване перемішування і контрольоване розливання сплавів. Відповідно зростає актуальність проблеми реалізації

безперервного контролю та управління основними керуючими параметрами такого обладнання (маси, температури, витрати розплаву). Вирішення цієї проблеми дозволить поліпшити відтворюваність результатів і ефективність позапічної обробки розплаву, оптимізувати режими роботи такого устаткування, а також знизити питомі енерговитрати на тонну виходу придатного лиття, дозволить підвищити конкурентоспроможність створюваного багатофункціонального ливарного устаткування.

Матеріали наукових досліджень за змістом відповідають спеціальності 05.16.04 – Ливарне виробництво.

Актуальність підтверджується також тим, що робота має тісний зв'язок з науковими програмами, а в її основу покладено матеріали, які узагальнюють дослідження, виконані здобувачем у межах роботи, що виконувалась у Фізико-технологічному інституті металів та сплавів НАН України відповідно до планів науково-дослідних робіт у рамках тем НДР відомчого замовлення: III-16-12-625 «Розробка нових технологічних процесів одержання високоякісних сплавів, у тому числі спеціальних, і литих заготовок з використанням сучасних систем управління, концентрованих джерел нагріву та електромагнітних впливів при обробці і кристалізації металу» (№ держреєстрації 0112U001685, 2012-2016 рр.); III-14-14-649 «Розробка наукових основ створення нового покоління магнітодинамічних установок для алюмінієвих сплавів та підвищення при їх використанні ефективності процесів лиття» (№ 0114U000327, 2014-2016 рр.); III-09-17-671 «Розробка наукових основ створення нових високоефективних мультифункціональних магнітодинамічних проміжних ківшів для процесів безперервного лиття» (№ 0117U002689, 2017-2019 рр.); III-17-12-626 «Дослідження процесів тепломасопереносу, твердіння, деформації та структуроутворення металевої стрічки при литті-прокатуванні» (№ 0112U001463, 2012-2016 рр.).

Дисертація присвячена вирішенню однієї з нагальних наукових та практичних задач – створенню наукових і технологічних засад сучасних систем управління основними робочими параметрами ливарного магнітодинамічного обладнання для підвищення його ефективності та поліпшення техніко-економічних показників процесу одержання литих заготовок та виливків з алюмінієвих сплавів. Робота має традиційну структуру, складається зі вступу, чотирьох розділів, висновку, списку використаних джерел, додатків. Структура роботи за складом і послідовністю розділів логічна та відповідає основним вимогам оформлення наукових праць.

Робота Семенко А. Ю. повністю відповідає поставленій меті та вирішеним для її досягнення завданням дослідження, а також є актуальною і має наукове та практичне значення.

Наукова новизна результатів дисертаційної роботи полягає в тому, що здобувачем вперше отримані наступні положення:

1. Вперше при реалізації процесів приготування та розливання алюмінієвих сплавів у МДУ оцінено обсяги перетворення електромагнітної енергії в теплову (65-80%) та гідродинамічну складову (8-11%), що стало можливим завдяки вивченню в реальному масштабі часу силової електромагнітної взаємодії рідкометалевого струмонесучого витка з зовнішнім магнітним полем електромагніту.

2. Вперше при приготуванні та розливанні алюмінієвих сплавів у МДУ встановлено вплив на технологічні характеристики, а саме – створювані електромагнітний тиск, гідравлічний напір та масову витрату при розливанні – перерозподілу енергії між ефективною електромагнітною силою і силою реакції з конструкцією МДУ, що є безповоротними втратами енергії та в абсолютному вимірі складає 5-6%.

3. Отримала подальший розвиток теорія ливарних магнітодинамічних пристроїв, зокрема, вперше при приготуванні та розливанні алюмінієвих сплавів встановлені особливості взаємодії змінних електричних та магнітних полів у металевому розплаві в робочій зоні та каналах МДУ, які полягають у відповідному співвідношенні їх геометрії, конструкції електромагнітних систем, щільності електричного струму в розплаві, індукції магнітного поля та результуючого розподілу об'ємних електромагнітних сил.

4. Вперше з використанням фізичного моделювання встановлено вплив пульсацій струменя на процес розливання металу з МДУ. Визначено раціональний інтервал співвідношення маси розливої порції металу та миттєвого значення масової витрати при її розливанні – (2,20-2,25). Це дозволяє за рахунок зменшення амплітуди таких пульсацій мінімізувати їх вплив на точність дозування, особливо малих порцій розплаву (маса 1,5-3 кг) – похибка дозування не перевищує 1,5% від маси дози, а також контролювати масову витрату розплаву при розливанні шляхом динамічного управління параметрами живлення електромагнітних систем МДУ.

5. Вперше на основі результатів інженерних розрахунків, моделювання та натурних досліджень розроблено новий принцип управління витратними характеристиками магнітодинамічного обладнання, який ґрунтується на застосуванні інтегрованої ваговиміральної системи (ІВВС), та запропоновано відповідну САУ МДУ.

Практичне значення отриманих результатів полягає у тому, що на підставі отриманих теоретичних і експериментальних результатів:

- забезпечено заощадження енергетичних витрат роботи МДУ при приготуванні та розливанні алюмінієвих сплавів завдяки: оцінці перерозподілу енергії силових взаємодій МДУ між ефективно використаною та безповоротно втраченою; контролю за станом індукційного каналу МДУ та її тепловою роботою; визначенню і дотриманню раціональних параметрів живлення електромагнітних систем МДУ;

- розроблено принципovu схему САУ МДУ на основі безперервного контролю за допомогою ІВВС динамічних характеристик процесу лиття з використанням магнітодинамічного обладнання;
- розроблені наукові підходи та технічні засоби їх реалізації для підвищення точності дозування алюмінієвого розплаву з МДУ, особливо малими порціями (1,5-3 кг) за рахунок встановлення раціональних параметрів електричного живлення електромагнітних систем і застосування розроблених підходів та засобів управління, з метою запобігання пульсацій струменя рідкого металу;
- удосконалено методику розрахунку магнітодинамічних ливарно-металургійних агрегатів як комплексних електромагнітних систем, що дає змогу проводити розробки нових зразків такого обладнання, систем живлення та управління ним.

Оцінка достовірності та обґрунтованості положень дисертації.

Основні наукові положення та висновки представленої дисертації є новими, що підтверджується публікаціями в провідних фахових виданнях, наявністю патенту та апробацією на міжнародних науково-практичних та науково-технічних конференціях, що відповідають тематиці роботи.

Дослідження здійснювались в умовах сучасних виробництв. Отримані в рамках розробленого підходу результати досліджень є новими як методологічно, так і за висновками та рекомендаціями.

За результатами дисертації опубліковано 24 наукові праці, у тому числі: 9 статей у наукових фахових виданнях, затверджених МОН України, 1 стаття, що індексується в міжнародній наукометричній базі Scopus; 12 доповідей у збірках наукових праць міжнародних конференцій; 1 тези доповідей на науково-практичній конференції; 1 патент України.

Зміст дисертаційної роботи у повній мірі відображений в опублікованих працях. Наукові положення дисертаційної роботи, які виносяться на захист, сформульовані автором особисто. Автору належить: обґрунтування мети, проведення наукових досліджень, обробка результатів та їх аналіз, підготовка статей до друку. Постановка задач та обговорення результатів досліджень виконані спільно з науковим керівником і, частково, зі співавторами статей.

Автореферат за своїм змістом відповідає основним положенням, висновкам, пропозиціям, що наведені у дисертаційній роботі, відображає її структуру. В авторефераті стисло викладена суть усіх розділів дисертаційної роботи. Автореферат за змістом, основними положеннями та висновками ідентичний з дисертацією.

Апробація результатів дисертації.

Основні положення і результати дисертації повідомлені й обговорені на: Міжнародній науково-практичній виставці-конференції «Литво» (м. Запоріжжя, 2014-2019 рр.); 8-й Міжнародній конференції з електромагнітної обробки матеріалів «ЕРМ-2015» (м. Канни, Франція, 2015 р.); 10-й

Міжнародній конференції RAMIR «Фундаментальна та прикладна магнітна гідродинаміка» (м. Кальярі, Італія, 2016 р.); 6-й Міжнародній конференції «Космічні технології: сьогодні та майбутнє» (м. Дніпро, 2017р.); 9-й Міжнародній конференції молодих вчених «Зварювання та суміжні технології» (м. Київ, 2017 р.); VII Науково-практичній конференції молодих вчених України (2018 р., м. Київ).

Рекомендації щодо використання результатів дослідження.

Результати дисертаційних досліджень запропоновано використовувати для наукових працівників-дослідників, інженерно-технічних працівників промислових виробництв та проектно-конструкторським організаціям, що спеціалізуються в галузі проектування і виготовлення ливарного обладнання, а також у навчальному процесі технічних університетів для підготовки інженерних кадрів з ливарного виробництва, для наукової роботи аспірантів.

Зауваження щодо змісту дисертації та автореферату:

1. На стор. 100 дисертації та на стор. 11 автореферату, автором зазначено, що реально встановлене значення ефективності дії (фактично коефіцієнт корисної дії – ККД) електромагнітних сил у трійниковій р. з. існуючої МДУ для створення гідравлічного тиску становить від 8,3 до 11,1%, відповідно було би доречно виокремити та вказати діапазони інших складових силових взаємодій у відсотковому співвідношенні.

2. При дослідженні сили реакції з конструкцією каналу установки в залежності від напруги, що подається на обмотки електромагніту (стор. 12-13 автореферату, та стор. 104-110 дисертації) автор зазначив, що фактична сила реакції з конструкцією каналу МДУ складає 5-6% і сама по собі відноситься до безповоротних втрат, що не чинять корисний вплив на розплав (стор. 109). Далі автор зазначає, що ця величина є особливістю взаємодії зовнішнього магнітного поля в міжполюсному зазорі С-подібного електромагніту з конструкцією каналу МДУ, а саме трійниковою р. з. і як результат, має місце утворення електрично замкнутих контурів, що створюють реактивний опір (стор. 109). Відповідно, доречно було би надати рекомендації щодо усунення або зменшення впливу такого фактору, наприклад, шляхом зміни конфігурації каналу установки.

3. Для дослідження електричних параметрів електромагнітних систем магнітодинамічних пристроїв та їх технологічних характеристик автором було удосконалено методика розрахунку основних технологічних параметрів установки МДН-6А (стор. 70-84). Виходячи з цього було би доцільно виокремити її відмінності порівняно із загальноприйнятою методикою розрахунку індукційних каналних пристроїв та електромагнітних насосів, розвитком конструкції яких є магнітодинамічні ливарні установки.

4. В роботі для дослідження автором використано інтегровану ваговимірвальну систему (ІВВС) (стор. 92-109), що входить до базової комплектації досліджуваної установки і дає можливість, завдяки значно

меншій масі зважування, підвищити точність дозування. Далі для дослідження витратних характеристик, автором запропоновано контролювати витрату рідини на вагодозувальному жолобі (стор. 118-121), що дає можливість підвищити точність дозування. Виходячи з цього, було би доцільно провести дослідження з використанням зважування розплаву в установці за допомогою ІВВС та дозуванням в умовах контролю миттєвого значення маси розплаву на зливному жолобі.

5. Автор після оцінки потужності теплових втрат не навів рекомендації щодо їх зменшення за рахунок складу футерувальної суміші (стор. 116-118).

6. Не заперечуючи (стор. 117-118) енергозощадність аналогових (наприклад, на базі тиристорних регуляторів струму) систем управління порівняно з дискретними (на базі автотрансформаторів), слід пам'ятати, що аналогові системи дорожчі у придбанні та обслуговуванні. Тому бажано зазначати терміни окупності таких систем, виходячи з продуктивності виробництва.

7. Як в дисертаційній роботі, так і в авторефераті на жодному рисунку (графіку) не зазначено довірчі інтервали, з чого не зрозуміло похибку експерименту та достовірність отриманих даних.

8. Економічний ефект краще було б навести в національній валюті (гривнях), а не в доларах США.

Висновок про відповідність дисертації

В цілому дисертаційна робота Семенко Анастасії Юріївни «Розробка принципів енергоресурсозберігаючого управління робочими параметрами ливарних магнітодинамічних установок» є завершеною науковою працею, в якій отримані нові наукові та практичні результати, що в сукупності вирішують нагальну науково-технічну задачу – створення наукових і технологічних засад сучасних систем управління основними робочими параметрами ливарного магнітодинамічного обладнання для підвищення його ефективності та поліпшення техніко-економічних показників процесу одержання литих заготовок та виливків з алюмінієвих сплавів.

Мета роботи, поставлені та вирішені в ній завдання, а також викладені основні наукові результати дозволяють зробити висновок про те, що дисертаційна робота відповідає паспорту спеціальності 05.16.04 – ливарне виробництво.

Зміст дисертаційної роботи, стиль та мова викладення, якість ілюстрацій відповідають вимогам МОН України до дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук.

На підставі проведеного аналізу дисертаційної роботи Семенко А. Ю. «Розробка принципів енергоресурсозберігаючого управління робочими параметрами ливарних магнітодинамічних установок» можна зробити висновок про те, що за актуальністю, науковим рівнем, отриманими науковими результатами та за практичною цінністю робота відповідає вимогам пунктів **9, 11, 12** “Порядку присудження наукових ступенів”,

затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року №567, щодо кандидатських дисертацій, а її автор, Семенко Анастасія Юріївна, заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.16.04 – ливарне виробництво.

Офіційний опонент,

завідувач кафедри «Ливарне виробництво»

Національного технічного університету

«Харківський політехнічний інститут»

МОН України,

доктор технічних наук, професор

О. В. Акімов

Підпис О. В. Акімова засвідчує:

Вчений секретар НТУ «ХПІ»



О. Ю. Заковоротний