

ВІДГУК

офіційного опонента Лисенко Тетяни Володимирівни
на дисертацію Семенко А.Ю.

**“РОЗРОБКА ПРИНЦИПІВ ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧОГО
УПРАВЛІННЯ РОБОЧИМИ ПАРАМЕТРАМИ ЛИВАРНИХ
МАГНІТОДИНАМІЧНИХ УСТАНОВОК”**

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.**

Актуальність роботи, яка присвячена вирішенню важливого наукового завдання – підвищення ефективності багатофункціонального ливарного магнітодинамічного обладнання шляхом розробки алгоритмів реалізації безперервного контролю керуючих параметрів обладнання для управління його основними процесами, не викликає сумніву.

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.

Публікації з питань автоматизації позапічної обробки розплаву і доведення його до необхідних кондицій перед дозованим заливанням 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 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 створеного багатофункціонального ливарного устаткування.

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

Актуальність теми дисертаційної роботи підтверджується також тим, що вона виконувалася 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» (№ держреєстрації 0114U000327, 2014-2016 рр.); III-09-17-671 «Розробка наукових основ створення нових високоефективних мультифункціональних магнітодинамічних проміжних ковшів для процесів безперервного лиття» (№ держреєстрації 0117U002689, 2017-2019 рр.); III-17-12-626 «Дослідження процесів тепломасопереносу, твердіння, деформації та структуроутворення металевої стрічки при литті-прокатуванні» (№ держреєстрації 0112U001463, 2012-2016 рр.).

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

Ступінь обґрунтованості наукових положень та висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі, перебуває на високому рівні, оскільки автор роботи Семенко А.Ю. виконала комплексний та всебічний аналіз розробленої проблеми, теоретичне та практичне пророблення багатьох аспектів її розв'язання.

Для цього вона виконала аналіз літературних джерел та розробила принципи енергоресурсозберігаючого управління робочими параметрами ливарних магнітодинамічних установок.

Автором встановлено та експериментально підтверджено електромагнітні силові взаємодії в магнітодинамічній установці (МДУ) для алюмінієвих сплавів, досліджена динаміка зміни теплових та гідродинамічних характеристик МДУ в різних режимах роботи та пов'язаними з ними параметрами ливарних технологічних процесів.

Семенко А.Ю. розроблено та експериментально підтверджено методи дослідження роботи МДУ та визначення раціональних параметрів живлення її електромагнітних систем.

За допомогою експериментальних досліджень та з використанням фізичного та математичного моделювання, встановлені раціональні інтервали керуючих параметрів МДУ, зокрема, при витримуванні, нагріванні та розливанні алюмінієвих сплавів, у т. ч. малими дозами (1,5-3 кг).

Автором розроблено новий принцип управління роботою МДУ на основі інтегрованої ваговиміральної системи, що дозволяє забезпечити суттєве енергоресурсозбереження при виробництві алюмінієвого лиття та забезпечити високу точність дозування розплаву у металоприймачі.

Семенко А.Ю. запропонувала також спосіб удосконалення процесів безперервного розливання металів та сплавів на основі використання магнітодинамічного проміжного ковша, розроблено відповідну систему автоматичного управління таким процесом.

Достовірність результатів досліджень.

Достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, одержаних в дисертації, підтверджується коректним застосуванням математичного апарату дослідження, сучасних математичних методів моделювання, результатами експериментальних досліджень, а також дослідною перевіркою розробок на діючому магнітодинамічному обладнанні, позитивним технічним ефектом.

Новизна наукових положень, висновків і рекомендацій.

Наукова новизна отриманих результатів встановлена завдяки одержаним автором Семенко А.Ю. експериментальних закономірностей та теоретичних викладок, а саме:

- 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;
- при приготуванні та розливанні алюмінієвих сплавів у МДУ встановлено вплив на технологічні характеристики, а саме – створювані електромагнітний тиск, гідравлічний напір та масова витрата 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%;
- встановлені особливості взаємодії змінних електричних та магнітних полів у металевому розплаві в робочій зоні та каналах МДУ при приготуванні та розливанні алюмінієвих сплавів, які полягають у відповідному співвіднесенні їх геометрії, конструкції електромагнітних систем, щільності електричного струму в розплаві, індукції магнітного поля та результуючого розподілу об'ємних електромагнітних сил.
- встановлено з використанням фізичного моделювання вплив пульсацій струменя на процес розливання металу з МДУ.
- визначено раціональний інтервал співвідношення маси розливаної 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.

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

Практичне значення результатів роботи.

Практичне значення роботи полягає у забезпеченні заощадження енергетичних витрат роботи МДУ при приготуванні та розливанні алюмінієвих сплавів. Це стало можливим завдяки:

- оцінці перерозподілу енергії силових взаємодій МДУ між ефективно використаною та безповоротними втратами;
- контролю за станом індукційного каналу МДУ та її тепловою роботою;
- визначенню і дотриманню раціональних параметрів живлення електромагнітних систем МДУ.

Автором на основі досліджень та встановлених закономірностей створено принципову схему новітньої САУ МДУ на основі безперервного контролю за допомогою ІВВС динамічних характеристик процесу лиття з використанням магнітодинамічного обладнання для підвищення техніко-економічних показників ливарних і металургійних технологій.

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 і засобів управління для запобігання пульсацій струменя рідкого металу. Це дозволить підвищити продуктивність технологічних процесів виготовлення лиття та збільшити вихід металопродукції.

В роботі автором 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.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Основні положення та результати роботи повідомлені й обговорені на Міжнародних науково-практичних конференціях «Литво. Металургія» (м. Запоріжжя, 2014-2019 рр.); 8-й Міжнародній конференції з електромагнітної обробки матеріалів «ЕРМ-2015» (м. Канни, Франція, 2015 р.); 10-й Міжнародній конференції РАМІР «Фундаментальна та прикладна магнітна гідродинаміка» (м. Кальярі, Італія, 2016 р.); 6-й Міжнародній конференції «Космічні технології: сьогодення 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).

Аналіз публікацій дає підставу вважати, що наукові висновки, результати та

рекомендації, отримані в дисертаційній роботі, висвітлені в друкованих наукових працях.

Автореферат за змістом ідентичний основним положенням дисертаційної роботи та достатньо повно відображає основні наукові результати здобувача.

Особистий внесок здобувача.

Слід визначити, автор дисертаційної роботи на основі одержаних нових експериментальних даних, теоретичних розрахунків, встановлених закономірностей представила ці дані у публікаціях. За темою дисертаційної роботи опубліковано 24 наукові праці, у тому числі: 9 – статей у наукових фахових виданнях, затверджених ДАК 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.

Рекомендації щодо використання результатів дослідження

Впровадження у виробництво розроблених наукових принципів та реалізованих на їх основі технічних рішень при додержанні заданих показників якості литих виробів забезпечить:

- стабілізацію технологічного процесу лиття і підвищення його продуктивності на 10-15%;

- зменшення впливу людського фактору на техніко-економічні показники виготовлення литої металопродукції;

- скорочення шкідливого впливу на довкілля (передусім пов'язаного з тепловим і хімічним факторами) та відповідне поліпшення умов праці обслуговуючого персоналу і загалом екології на виробництві;

- створення передумов для подальшого розвитку ливарних технологій та розробки новітнього обладнання для їх реалізації.

Висновки та рекомендації, які містяться у дисертації Семенко А.Ю., можуть бути передані у спеціалізовані проектні організації, наукові установи та до вищих навчальних закладів, напрямок яких спрямований на розвиток теорії та практики ливарного виробництва, або ведуть підготовку спеціалістів за фахом, пов'язаним з технологією та обладнанням ливарного виробництва.

По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:

1. Згідно задач дослідження дисертаційної роботи п.5 сказано, що на основі отриманих експериментальних даних, необхідно перевірити доцільність запропонованих концептуальних підходів і адекватність розроблених моделей, а також запропонувати принципові рішення щодо розробки новітньої системи автоматичного управління (САУ) роботою МДУ для алюмінієвих сплавів, забезпечити її апаратне втілення та інтеграцію до затребуваних ливарних технологій.

На жаль, в роботі нема рекомендацій щодо різних ливарних технологій, які можуть використовувати розробки автора.

2. У другому розділі роботи наведена структурно-функціональна схема магнітовагової установки для дискретного заливання розплаву алюмінію в ливарні форми. Відомо, що необхідною умовою отримання якісної виливки є правильний вибір швидкості заповнення форми розплавом, що виключає турбулентність в потоці розплаву, фонтанування струменя при перебігу в порожнину форми і гідравлічного удару при зупинці потоку. В роботі нема пояснень, яким чином в установці контролюються та регулюються всі ці параметри.
3. На стор. 87 наведена методика дослідження характеристик МДУ в різних технологічних режимах. Дослідження проводились з використанням моделюючої рідини. Нажаль, в роботі не вказано, що це за рідина.
4. З метою вибору раціональних техніко-економічних показників МДУ з багат шаровою футеровкою теплові втрати в даній роботі були досліджені двома методами: розрахунковим та експериментальним. Не зовсім зрозуміло, яким чином при використанні розрахункової методики при визначенні теплових витрат було враховано взаємний вплив теплової складової різних шарів футерування.
5. У третьому розділі описано дослідження теплових, гідродинамічних та електромагнітних характеристик МДУ.
Не зовсім зрозуміло, яким чином здійснюється процес дозування сплаву та визначається точність дозування.
6. На стор.100 дисертації наведена математична модель залежності напірних характеристик МДУ від напруги живлення індукторів і електромагніту. З роботи не зрозуміло, яким чином знайдені коефіцієнти моделі.
7. В роботі наведено велика кількість експериментів, однак, на жаль, відсутній детальний план проведення експериментів. Наведені результати регресійно-кореляційного аналізу, однак яким чином він здійснювався не вказано.
8. В четвертому розділі роботи наведено розроблена САУ процесом безперервного розливання металу з використанням магнітодинамічного проміжного ковша. Не зрозуміло, чи є ця система адаптивною чи ні.
9. В роботі не пояснено, чому експерименти проводились на алюмінієвих сплавах, а на стор. 140 наведена схема (рис. 4.7.) зі стальковшем.
10. Хотілось би, в роботі мати рекомендації щодо використання розробок автора в різних технологіях лиття

Загальні висновки

Дисертаційна робота Семенко Анастасії Юріївни “ Розробка принципів енергоресурсозберігаючого управління робочими параметрами ливарних магнітодинамічних установок” за своїм змістом відповідає паспорту спеціальності 05.16.04 – ливарне виробництво.

Дисертаційна робота є завершеною науково-дослідною працею, вона містить одержані автором та раніше не захищені нові науково обґрунтовані результати в області теорії та практики спеціальних способів лиття, які в

сукупності роз`вязують важливу науково-прикладну задачу розробки принципів енергоресурсозберігаючого управління робочими параметрами ливарних магнітодинамічних установок.

Дисертаційна робота відповідає вимогам п. 9, 11, 13 Постанови Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р., № 567 "Про затвердження Порядку присудження наукових ступенів" (назва із змінами, внесеними згідно з постановою Кабінету Міністрів України від 19.08.2015 р. № 656), а також іншим вимогам до кандидатських дисертацій.

Здобувач Семенко Анастасія Юріївна, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.16.04 – ливарне виробництво.

Офіційний опонент,
завідувач кафедри технології та
управління ливарними процесами
Одеського національного
політехнічного університету,
доктор технічних наук, професор

Т. В. Лисенко

Підпис Т.В.Лисенко підтверджую,
Вчений секретар ОНПУ, к.т.н., доц.



В.І. Шевчук