

## ВІДГУК

### ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

на дисертаційну роботу МЕНЯЙЛО ОЛЕНИ ВАЛЕРІЇВНИ  
на тему «НАУКОВІ І ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ  
ПРОЦЕСІВ СПРЯМОВАНОГО ТВЕРДІННЯ МАСИВНИХ ВИЛИВКІВ ІЗ  
ЗАЛІЗОВУГЛЕЦЕВИХ СПЛАВІВ У КОМБІНОВАНИХ  
КОКІЛЬНО-ПІЩАНИХ ФОРМАХ»,

представленої на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук  
за спеціальністю 05.16.04 – Ливарне виробництво

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

При твердненні масивних виливків, наприклад прокатних валків, у комбінованих кокільно-піщаних формах, непродуктивні витрати металу на надливи на 23-28% вище ніж у злитків з вуглецевої сталі. Це пов'язано з відсутністю врахування розмірів і різних швидкостей охолодження, тверднення та усадки різних частин виливків у комбінованих кокільно-піщаних ливарних формах. Відсутність цих даних призводить до збільшення витрат на електроенергію, шихтові матеріали, електроди, флюси і зростання перепаду температур по висоті виливків.

При виробництві прокатних валків нез'ясованими залишилися особливості спрямованого твердіння прокатних валків, тривалість електрошлакового обігріву надливів з регульованими режимами витрати електроенергії, вплив комбінованої кокільно-піщаної ливарної форми на кінетику усадки, тривалість перебування залізо вуглецевих сплавів в інтервалі температур затвердіння, а також у рідко-твердій і твердо-рідкій зонах, в яких утворюються усадкові дефекти та гарячі тріщини.

Незважаючи на велику кількість робіт таких видатних вчених, як Б.Б.Гуляєв, М.І.Хворінов, А.І.Вейник, В.О.Ефімов, А.Є.Кривошеєв, М.П.Котешов до теперішнього часу не визначено для більшості виливків з різним вмістом вуглецю значення тривалості виливання, ліквідус, солідус, особливості процесів твердіння центральних зон виливків пласкої, циліндричної і кульової форми. Крім того питання підвищення швидкості тверднення центральних зон виливків пласкої, циліндричної та кульової форм, зменшення кількості цементиту у структурі осьової зони прокатних валків і утворення гарячих тріщин у валках з литими калібрами, не мають однозначного рішення.

Тому дисертаційна робота Меньяло О.В., що присвячена встановленню основних закономірностей процесів спрямованого тверднення масивних виливків із залізовуглецевих сплавів у комбінованих кокільно-піщаних формах є безумовно актуальною.

Дисертація пов'язана з науково-дослідними роботами, що проводилися кафедрою ливарного виробництва Національної металургійної академії України (ДР 0210U001444, ДР 0110U003236, ДР 0105U000704, ДР

0115U003177, 0110U003264). Авторка дисертації була виконавицею цих робіт.

Дисертаційна робота Меняйло О.В. "Наукові і технологічні основи процесів спрямованого твердіння масивних виливків із залізовуглецевих сплавів у комбінованих кокільно-піщаних формах" відповідає вимогам до докторських дисертацій за спеціальністю спеціальності 05.16.04 – Ливарне виробництво, щодо повноти викладення одержаних результатів в опублікованих працях, структури, змісту, висновків дисертації, її наукової новизни, практичного значення.

*Ступінь обґрунтованості, повнота і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій.*

Обґрунтованість і достовірність наукових висновків і рекомендацій дисертації підтверджується узгодженістю із загальноновизнаними постулатами про природу, закономірності та механізм процесу спрямованого твердіння масивних виливків із залізовуглецевих сплавів у комбінованих кокільно-піщаних формах, коректністю використання апробованих методологічних підходів під час визначення характеристик тверднення масивних виливків; застосуванням в експериментальних дослідженнях сучасних методів реєстрації і обробки інформації; узгодженістю прогнозних оцінок, отриманих на основі встановлених закономірностей, з експериментальними результатами; використанням сучасних методів експериментальних досліджень; практичним підтвердженням одержаних висновків і рекомендацій.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій сформульованих у дисертації підтверджується також численними експериментами, виконаними на достатньо високому рівні. Достовірність і новизна отриманих результатів також не викликає сумнівів. Вперше в такому обсязі розглядається процес спрямованого твердіння масивних виливків із залізовуглецевих сплавів у комбінованих кокільно-піщаних формах.

Достовірність і ефективність реалізації отриманих у дисертації результатів підтверджені при впровадженні розробок у виробництві валків.

*Наукова новизна отриманих результатів.*

1. На основі аналізу експериментальних результатів кінетики об'ємної усадки прокатних валків з високоміцного чавуну масою від 2,2 т до 17,2 т в процесі твердіння в комбінованих кокільно-піщаних формах вперше встановлено, що максимальна усадка відбувається при затвердінні рідко-твердої фази бочки і досягненні межі виливання центру виливку.

2. Вперше науково обґрунтовано та встановлено неможливість живлення усадки виливка після роз'єднання залишкового розплаву на замкнуті ізольовані обсяги в твердо-рідкій зоні.

3. Удосконалено критерій Гуляєва Б.Б., тобто визначено вплив вмісту вуглецю в інтервалі від 0,04 до 4,83%С у залізо вуглецевих сплавах на критерій ( $\tau/R^2$ ) при твердінні рідко-твердої і твердо-рідкої зон виливків

пласкої, циліндричної і сферичної форми кокілю, що дозволило прогнозувати процес живлення усадки з надливу і розподіл усадкової шпаристості у виливках.

4. Вперше науково обґрунтовано та встановлено вплив хімічного складу Fe-C сплавів у діапазоні 0,04...4,83 %C на тривалість твердіння осьової зони масивних циліндричних, сферичних і плоских виливків для межі виливання, ліквідус, солідус, що підвищило точність розрахунків і дозволило розробити умови спрямованого твердіння у системі виливок – надлив. Отримані залежності дозволяють розрахувати тривалість різних етапів твердіння виливків плоскої, циліндричної і сферичної форм, а також проводити адаптацію математичних програм моделювання процесів твердіння.

5. Вперше теоретично визначено та експериментально перевірено закономірності тривалості обігріву надливу по кінетиці усадки комплекснолегованих і модифікованих сплавів з різними температурно-часовими режимами заливання і теплофізичними властивостями ливарної форми, за якими процес обігріву необхідно припинити з моменту закінчення переміщення електродів у надлив. Запропоновані закономірності дозволили скоротити тривалість обігріву, витрату електроенергії, зменшити перепад температур по висоті виливку і рівень залишкових ливарних напружень.

6. Дістало подальший розвиток встановлення залежності співвідношення розмірів різних частин прокатного валка з високоміцного чавуну на утворення усадкових дефектів по критерію  $\tau/R^2$  для межі живлення бочки і шийок при  $x/R=1$ , що визначають умови відсутності дефектів в нижній або верхній шийках і бочці, яка охолоджується у кокілі з ливарною фарбою або з теплоізоляційним покриттям. Розроблені залежності, що розраховані по показнику проникнення межі живлення центру виливка, дозволяють більш точно прогнозувати виникнення усадкових дефектів та розробляти технологічні заходи для спрямованого твердіння виливків.

7. Вперше запропоновано гіпотезу процесу прискореного твердіння центральних зон виливків плоскої, циліндричної і кулястої форми по гетерогенному механізму, при якому гілки дендритів є додатковими центрами кристалізації, що дозволило цілеспрямовано впливати на процес затвердіння тільки центральних зон масивних виливків з метою отримання заданих фізико-механічних властивостей, макро- і мікроструктури.

*Повнота викладення основних результатів дисертаційної роботи в наукових публікаціях.*

Основні результати дисертації надруковані у 55 наукових публікаціях: 23 статті у спеціалізованих фахових виданнях, 4 англомовні статті – у виданнях, зареєстрованих у базі «Scopus», 3 патенти, 1 закордонне видання, 7 статей у не фахових виданнях, 1 посібник та 20 тез доповідей на конференціях. Перераховані публікації не містять матеріалів кандидатської дисертації. Публікації повністю відображають основні положення дисертації.

У авторефераті повно й аргументовано подано всі основні розділи та результати дисертаційної роботи. Зміст автореферату ідентичний основним результатам і положенням дисертації.

#### *Рекомендації по використанню результатів дисертації*

Результати дослідження наукових і технологічних основ процесів спрямованого твердіння масивних виливків із залізовуглецевих сплавів і ефективні технології, що розроблені на їх основі варто рекомендувати для впровадження на машинобудівних і металургійних підприємствах країни, а математичні моделі тверднення циліндричних зливків у науково-дослідних організаціях, що займаються розробкою ефективних технологій виробництва виливків.

Результати і висновки, що отримані в дисертації та оформленні у вигляді посібника «Ливарне виробництво чорних і кольорових металів» варто рекомендувати для використання в учбовому процесі вищих навчальних закладів України, що готують спеціалістів для галузі знань «Механічна інженерія» за спеціальністю «Галузеве машинобудування»

#### *Основні зауваження до дисертації*

1. Доцільно скоротити у розділі 1 обговорення розрахунково-експериментальних методів визначення розмірів усадкової шпаристості у виливках.

2. Рисунок «Електрошлаковий обігрів надливу прокатного валка масою 18 т з підключенням електричного струму другої фази до сифонної литникової системи» (рис. 1, додаток А) потрібно вставити в основну частину, тому що запропоноване технічне рішення є новим.

3. У процесі визначення розміру об'ємної усадки прокатного валка не враховано розплавлення електроду у шлаковій ванні (підрозділ 3.1).

4. Електрошлаковий обігрів валків нових типів з конічними підшипниками не забезпечив повного виключення усадкових дефектів (рис. 3.9).

5. Формули (4.1-4.5) для розрахунку тривалості тверднення виливків зі сплавів Fe-C не враховують вплив температури заливання і легуючих елементів.

6. Не розраховано розміри товщини сталевого холодильнику в залежності від розміру нижньої шийки прокатного валка (підрозділ 3.4).

7. Не наведено аналіз достовірності встановлених аналітичних залежностей, тобто коефіцієнт кореляції, помилка апроксимації, критерії Фишера та Стьюдента.


Незважаючи на відзначені критичні зауваження, основні висновки дисертаційної роботи Меньяло О. В мають високу значимість для науки і практики, оскільки відкривають новий рівень робіт у ливарному виробництві при рішенні проблеми одержання високоякісних масивних виливків.

### *Загальний висновок*

В дисертації Меняйло Олени Валеріївни на тему «Наукові і технологічні основи процесів спрямованого твердіння масивних виливків із залізобуглецевих сплавів у комбінованих кокільно-піщаних формах» вирішена актуальна науково-технічна проблема зменшення витрати електроенергії і металу у процесі електрошлакового обігріву надливів прокатних валків і злитків, підвищення їх якості за рахунок усунення усадкових раковин і шпаристості, теоретично визначені та експериментально перевірені температурно-часові режими тривалості обігріву надливу по кінетиці усадки комплекснолегованих і модифікованих сплавів з різними теплофізичними властивостями металу і ливарної форми є універсальні при литті масивних виливків з Fe-C сплавів.

Розглянута дисертаційна робота за новизною наукових результатів, їх практичним значенням, кількістю та обсягом публікацій відповідає вимогам п.п. 9; 11 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника» щодо докторських дисертацій, а Меняйло Олена Валеріївна заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.16.04 – Ливарне виробництво.

### *ОФІЦІЙНИЙ ОПОНЕНТ*

Доктор технічних наук, професор,  
завідувач кафедри технології конструкційних  
матеріалів та матеріалознавства  
Національного університету біоресурсів  
і природокористування України  Афанділянц Є.Г.

Підпис д.т.н., проф. Афанділянца Є.Г. засвідчую

