

ОСОБЛИВОСТІ КРИСТАЛІЗАЦІЇ, СТРУКТУРА ТА ВЛАСТИВОСТІ ЛИТИХ ЗАГОТОВОК ПІД ВПЛИВОМ ЦИКЛІЧНОГО ІМПУЛЬСНОГО СИЛОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В цій доповіді розглянуто результати теоретичного аналізу та оцінювання впливу вібраційного силового навантаження на кристалізацію і структуроутворення виливків металевих сплавів, висвітлені результати проведеного пробного експериментального випробування із застосуванням вібраційного впливу за допомогою розробленого нового устаткування із застосуванням пневматичного вібраційного силового приводу. На підставі отриманих результатів розроблені практичні рекомендації щодо впровадження технології та устаткування у виробничі процеси.

Ключові слова: технологія, вібрація, кристалізатор, виливок, металеві сплави

Abstract

In this report examines the results of theoretical analysis and evaluation of the effect of vibrating force load on the crystallization and structure formation of metal alloy castings, highlights the results of the experimental pilot test using vibration effects using developed new equipment using pneumatic vibration actuator. On the basis of the obtained results, practical recommendations on the implementation of technology and equipment in production processes were developed.

Key words: technology, vibration, crystallizer, casting, metal alloys

Актуальність

В результаті вивчення та аналізу сучасних гіпотез щодо характеру впливу вібраційної силової дії на кристалізацію металевих сплавів встановлено, що вона відіграє досить суттєву роль при формуванні кристалічної структури сплавів, а особливо впливає на показники її дисперсності [1]. Як показали окремі дослідження найкращі результати з подрібнення кристалічних структур отримані при застосуванні низькочастотної вібрації в процесі затвердіння металевих заготовок. Багатьма дослідниками також було з'ясовано, що накладені механічні коливання, що введені в рідкий метал, зумовлюють подрібнення неметалевих включень, їх рівномірний розподіл по об'єму розплаву, а також збільшують їх поверхневу активність як зародків гетерогенної кристалізації [2-4].

В цих роботах зазначається і експериментально підтверджується, що вібрація розплаву призводить до подрібнення кристалів, однорідності структури, певної орієнтації кристалів та суттєвого зменшення пористості.

Виробничі задачі з отримання якісного литва, зокрема, кольорових металів пов'язані зі спеціальними умовами формування дендритної кристалічної структури і розробкою надійних методів керування нею. Завдяки отриманню дрібнозернистої первинної кристалічної структури досягається підвищення межі міцності, ударної в'язкості, підвищеної схильності до пластичної деформації і меншої схильності до тріщиноутворення виготовлюваних литих виробів. При цьому також досягається поліпшення якості сплавів і сприяє отриманню металевих заготовок з високою фізичною і хімічною однорідністю, дисперсною кристалічною структурою і стабільно високим рівнем фізико-механічних і експлуатаційних властивостей.

Мета та завдання

Метою виконуваної авторами роботи є створення науково обґрунтованих технологічних засобів управління формуванням литої структури металевих заготовок в умовах накладання зовнішніх теплосилових дій на рідкий метал і метал, що кристалізується.

Згідно поставленої мети нами були сформульовані і вирішені наступні основні задачі дослідження:

- розроблені фізичні і математичні моделі процесів зародження і росту кристалів, динаміки переміщення ліквуючих фаз в міжцентритному просторі, вироблені гіпотези щодо кінетики просування фронту тверднення і формування структурних зон зливка;
- обґрунтовано механізм впливу вібрації на зародження і ріст кристалів при процесах кристалізації і формування структури металу;
- проведено дослідження та детальний аналіз макро-, мікроструктури і механічних властивостей зразків контрольного і дослідного металу за відомими стандартними методиками;
- запропоновані рекомендації щодо вибору раціональних параметрів зовнішніх силових дій для отримання якісних металевих заготовок;
- розроблене необхідне технологічне устаткування та відповідні технології для практичної реалізації прийнятих рішень за результатами проведених наукових досліджень.

Результати роботи

Авторами розроблено ливарне устаткування, яке включає робочу підружинену платформу для встановлення на ній об'єкта вібраційної силової дії, віброзбуджувачі механічних коливань – силові пневмоциліндри з дистанційним регульованим приводом, які чинять комбіноване силове періодичне навантаження в вертикальній та горизонтальній площинах. Завдяки дистанційному автоматичному керуванню пневматичним силовим приводом досягається необхідна зміна амплітуди, частоти коливань віброзбуджувача, яка сприяє вибору оптимальних параметрів циклічного силового навантаження на об'єкт навантаження. Розроблений авторами дослідний зразок проходить випробування на виробничому підприємстві.

Висновки

У даній доповіді були розглянуті результати теоретичного аналізу та оцінювання впливу вібраційного силового навантаження на кристалізацію і структуроутворення виливків металевих сплавів. Також були висвітлені результати проведеного пробного експериментального випробування з використанням вібраційного впливу за допомогою нового устаткування із застосуванням пневматичного вібраційного силового приводу. На основі отриманих результатів були розроблені практичні рекомендації щодо впровадження технології та устаткування у виробничі процеси. Ці рекомендації можуть бути важливим внеском у поліпшення якості та ефективності процесів кристалізації та структуроутворення виливків металевих сплавів. Подібні дослідження та впровадження нових технологій та устаткування можуть сприяти підвищенню продуктивності та якості виробничих процесів у металургійній галузі. Дана робота відкриває шлях до подальших досліджень та розвитку в цій області, сприяючи розвитку інноваційних підходів у виробництві металевих сплавів.

Список літературних джерел

1. Пастухова Е.А. Вплив низькочастотних пружних коливань в кавітаційному режимі на розплав алюмінію в литому стані [Текст] / Е.А.Пастухова, Е.А.Попова, Л.Є. Бодрова // Зб. наук. тр. IV семінару "Оптимізація складу, структури і властивостей металів, оксидів, композиційних, нано- та аморфних матеріалів". 2002 р. – С.144-162.
2. Крижанівський С. І., Пітулей Л. Д., Феденчук Д. І. Вплив вібрації на кристалічну структуру долатної сталі // Наук. вісник Нац. техн. ун-ту нафти і газу. – 2005. – № 3 (12). С. 26–30.
3. Strickland-Constable R.F. Kinetics and mechanism of crystallization. Academic Press, London and New York, 2008. 310 с.
4. Пастухова Е.А., Попова Е.А, Бодрова Л.Є. Вплив низькочастотних пружних коливань в кавітаційному режимі на розплав алюмінію в литому стані [Текст] / Зб. наук. тр. IV семінару "Оптимізація складу, структури і властивостей металів, оксидів, композиційних, нано- та аморфних матеріалів". 2002. С.144-162.
5. Пат. 21376 UA, МПК В06В 1/18. Пневматичний вібратор [Текст] / І. В. Коц, В. В. Петрусь, А. Б. Насіковський, О. Ю. Дец (Україна). - № u200609936 ; заявл. 18.09.2006 ; опубл. 15.03.2007, Бюл. № 3. - 2 с. : кресл.

Скуйбіда Ярина Євгеніївна – студентка, гр. СМ-23б, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, E-mail: arinaskujbida@gmail.com;

Шкробот Богдан Сергійович – студент, гр. СМ-22б, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, E-mail: bshkrobot1@gmail.com;

Коц Іван Васильович – кандидат технічних наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві, завідувач і науковий керівник НДЛ гідродинаміки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: ivan.kots.2014@gmail.com

Skujbida Yaryna Yev. - student, city of SM-23b, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, E-mail: arinaskujbida@gmail.com;

Shkrobot Bohdan S. - student, city SM-22b, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, E-mail: bshkrobot1@gmail.com;

Kots Ivan V. – Ph.D., Professor, Head of the Department of Engineering Systems in Construction, Head and Research Manager of the Research Laboratory of Hydrodynamics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: ivan.kots.2014@gmail.com