

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ „КПІ”

ІНЖЕНЕРНО-ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ



**НОВІ МАТЕРІАЛИ І ТЕХНОЛОГІЇ
В МАШИНОБУДУВАННІ**

МАТЕРІАЛИ

VIII Міжнародної науково-технічної конференції

Україна, Київ

2016

<i>Малинов Л.С., Малышева И.Е. (ГВУЗ «ПГТУ», г. Мариуполь) ЦЕМЕНТАЦИЯ ОБЫЧНО НЕЦЕМЕНТИРУЕМЫХ СТАЛЕЙ И ИХ ТЕРМООБРАБОТКА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ АБРАЗИВНОЙ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ЗА СЧЕТ РЕАЛИЗАЦИИ ЭФФЕКТА САМОЗАКАЛКИ ПРИ НАГРУЖЕНИИ</i>	97
<i>Малинов Л.С., Хлестов В.М., Бурова Д.В., Гоманюк В.Д. (ГВУЗ «ПГТУ», г. Мариуполь) ТЕРМООБРАБОТКА СТАЛИ 25Х1М1Ф С НАГРЕВОМ В МЕЖКРИТИЧЕСКИЙ ИНТЕРВАЛ ТЕМПЕРАТУР</i>	98
<i>Малинов Л.С., Носовский Б.И., Рыхликова Е.С. (ГВУЗ «ПГТУ», г. Мариуполь) УПРОЧНЕНИЕ СТАЛЕЙ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ НАПЛАВКОЙ СТАЛЯМИ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ УГЛЕРОДА И ЧУГУНОМ С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ИХ ТЕРМООБРАБОТКОЙ</i>	99
<i>Малинов Л.С. (ГВУЗ «ПГТУ», г. Мариуполь) ПОВЫШЕНИЕ СВОЙСТВ ШИРОКО ПРИМЕНЯЕМЫХ СТАЛЕЙ И ЧУГУНОВ ЗА СЧЕТ ОБРАБОТОК, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ИХ ВНУТРЕННИЙ РЕСУРС ПОЛУЧЕНИЕМ В СТРУКТУРЕ МЕТАСТАБИЛЬНОГО АУСТЕНИТА</i>	100
<i>Малинов Л.С. (ГВУЗ «ПГТУ», г. Мариуполь) МАРГАНЕЦСОДЕРЖАЩИЕ СТАЛИ И ЧУГУНЫ С МЕТАСТАБИЛЬНЫМ АУСТЕНИТОМ – ЗАМЕНА СПЛАВАМ, ЛЕГИРОВАННЫМ НИКЕЛЕМ</i>	101
<i>Мамшиев В.А., Шинский О.И., Соколовская Л.А. (ФТИМС НАН Украины, г. Киев) О ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ ЗАТВЕРДЕВАНИЯ И ПЛАВЛЕНИЯ В ЛИТЕЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ</i>	102
<i>Меняйло Е.В. (НМетАУ, г. Днепропетровск) ИНЖЕНЕРНАЯ МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЗАТВЕРДЕВАНИЯ ДВУХФАЗНОЙ ЗОНЫ В ОТЛИВКАХ ИЗ Fe–C СПЛАВОВ</i>	103
<i>Милонин Е.В., Наумик В.В., Гайдук С.В. (АО «Мотор Сич»; ЗНТУ, г. Запорожье) ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА МАТЕРИАЛА ЛИТЫХ ОБРАЗЦОВ НАПРАВЛЕННОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ИЗ ОПЫТНОГО ЖАРОПРОЧНОГО НИКЕЛЕВОГО СПЛАВА НА БАЗЕ ЖС32-ВИ</i>	104
<i>Михайловская А.М., Гнатенко О.В., Наумик В.В. (ЗНТУ, г. Запорожье) ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ЖАРОПРОЧНОГО СПЛАВА ЖС32-ВИ НА НИКЕЛЕВОЙ ОСНОВЕ</i>	105
<i>Мозилевцев О.А., Стороженко С.А. (ДГТУ, г. Днепродзержинск) ХИМИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВДУВАЕМОГО МАГНИЯ С КОМПОНЕНТАМИ ЧУГУНА И ГАЗА-НОСИТЕЛЯ</i>	106
<i>Набока В.О., Кеуш Д.В., Лютий Р.В. (НТУУ «КПІ», м. Київ) СТРИЖНЕВІ СУМІШІ, ЯКІ ЗМІЦНЮЮТЬСЯ ПРИ ВЗАЄМОДІЇ ОРТОФОСФОРНОЇ КИСЛОТИ З КОМПОНЕНТАМИ НАПОВНЮВАЧА</i>	107
<i>Никитин В.А. (НТУУ «КПІ», г. Киев) ЗАМЕДЛЕНИЕ ПРОЦЕССА КОРРОЗИИ СТАЛИ МЕТОДОМ ОБРАБОТКИ АГРЕССИВНОЙ СРЕДЫ</i>	109
<i>Нурадинов А.С.¹, Осадчий А.Г.² (¹ФТИМС НАН Украины, м. Київ; ²НТУУ «КПІ», м. Київ) ВПЛИВ ГАЗОІМПУЛЬСНОЇ ОБРОБКИ НА ФОРМУВАННЯ БЕЗПЕРЕРВНОЛИТИХ ЗАГОТОВОК</i>	110
<i>Парусов Э.В.¹, Сычков А.Б.², Чуйко И.Н.¹, Сагура Л.В.¹ (¹ИЧМ НАН Украины, г. Днепропетровск; ²МГТУ, г. Магнитогорск) ВЛИЯНИЕ ДЕФЕКТОВ СТАЛЬНОЙ ЗАГОТОВКИ НА КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТИ ГОТОВОГО ПРОКАТА</i>	111
<i>Петрищев А.С.¹, Григорьев С.М.² (¹ЗНТУ, г. Запорожье; ²ЗНУ, г. Запорожье) НЕКОТОРЫЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ РАФИНИРОВАННОГО МОЛИБДЕНОВОГО КОНЦЕНТРАТА</i>	113
<i>Пивоцук А.Р., Кеуш Д.В., Лютий Р.В. (НТУУ «КПІ», м. Київ) СУМІШ З НОВИМ ЗВ'ЯЗУВАЛЬНИМ КОМПОНЕНТОМ – ПИРОФОСФАТОМ КРЕМНІЮ, ДЛЯ ТЕПЛООВОГО ЗМІЦНЕННЯ ЛИВАРНИХ СТРИЖНІВ</i> 114	
<i>Писаренко В.Г., Варава І.А. (Институт кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, м. Київ) ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ КРИСТАЛІЗАЦІЄЮ МЕТАЛЕВИХ РОЗПЛАВІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕМЕНТІВ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ТЕРМОАНАЛІЗУ І ФУНКЦІОНАЛІВ КРИТЕРІЇВ ОЦІНЮВАННЯ</i>	115
<i>Погрелюк І.М.¹, Лаврись С.М.¹, Стацишин І.В.¹, Пеньковий О.В.² (¹ФМІ НАН України, м. Львів; ²НУ «ЛП», м. Львів) ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ХІМІКО-ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ НА ЯКІСТЬ ПОВЕРХНІ ТИТАНУ GRADE 2</i>	117
<i>Погрелюк І.М.¹, Шейкін С.Є.², Лаврись С.М.¹, Ростоцький І.Ю.² (¹ФМІ НАН України, м. Львів; ²ІНМ НАН України, м. Київ) ВПЛИВ РЕЖИМУ ОБКОЧУВАННЯ НА ТРИБОТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТИТАНОВОГО СПЛАВУ VT22</i>	118
<i>Погрелюк І.М., Лук'яненко О.Г., Швачко Х.С. (ФМІ НАНУ, м. Львів) ВПЛИВ ТЕРМОДИФУЗІЙНОГО ОКСИДУВАННЯ НА КОРОЗІЙНУ ТРИВКІСТЬ СПЕЧЕНОГО ТИТАНУ</i>	119
<i>Пригунова А.Г.¹, Петров С.С.², Пригунов С.В.², Дядюра А.С.³ (¹ФТИМС НАН Украины, м. Київ; ²НМетАУ, м. Дніпропетровськ; ³НТУУ «КПІ», м. Київ) СТРУКТУРА ТА ВЛАСТИВОСТІ СПЛАВУ АК5М2, ОБРОБЛЕНОГО У РІДКОМУ СТАНІ ІМПУЛЬСНИМ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ</i>	120
<i>Репета Л.П., Сиропоринцев Л.М. (НТУУ «КПІ», м. Київ) ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДУ СУМІШЕЙ НА ОСНОВІ КВАРЦОВОГО ПІСКУ, СПУЧЕНОГО ПЕРЛІТУ ТА СМОЛИ СФП 011Л</i>	121
<i>Репета Л.П., Сиропоринцев Л.М. (НТУУ «КПІ», м. Київ) ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДУ СУМІШЕЙ НА ОСНОВІ КВАРЦОВОГО ПІСКУ, СМОЛИ СФП 011Л ТА МЕТИЛАЦЕТАТУ</i>	123
<i>Репях С.И., Матвеева М.О., Климович Б.В. (НМетАУ, г. Днепропетровск) ТЕРМИЧЕСКАЯ СТОЙКОСТЬ КЕРАМИЧЕСКИХ ОБОЛОЧКОВЫХ ФОРМ ДЛЯ ОТЛИВОК ИЗ МАРГАНЦОВИСТОГО ЧУГУНА</i>	125

Кулініч А.А., Христенко В.В., Тищенко Н.В., Чепурний П.В.
(НТУУ «КПІ», м. Київ)

ВПЛИВ ПЕРЕМІШУВАННЯ РОЗПЛАВУ НА РОЗМІР ЗЕРНА ЛИВАРНИХ СПЛАВІВ СИСТЕМИ Al – Mg

Одним із практичних результатів теорії спадковості структури металу в рідкому і твердому стані є розроблення методів керування структурою, а отже, і властивостями литих сплавів за допомогою різних методів фізичного впливу на їхні розплави. Одним з таких достатньо легких методів може бути механічне перемішування металу в перегрітому стані і в інтервалі температур кристалізації.

В даній роботі досліджено ефективність використання операції механічного перемішування розплаву на структуру ливарних сплавів системи Al–Mg: AMg6л, AMg10 та AMg11. Оброблення розплаву робили при температурах перегрівання до 150 °С, а також у прилеглий до температури ліквідус зони слабо перегрітого розплаву і в області двофазного стану металу.

Порцію базового сплаву розплавляли у плавильній печі. Після розплавлення і перегрівання рідкого металу до температури 690...700 °С робили рафінування розплаву флюсом у кількості 2% від маси сплаву. Склад флюсу: 85% карналіту (MgCl₂·KCl) та 15% фтористого кальцію. Потім після витримки розплаву протягом 15...20 хв видаляли шлаки з поверхні розплаву в плавильному тиглі і охолоджували (або нагрівали) метал у печі до температури, необхідної для перемішування розплаву. Перемішування розплаву досліджуваних сплавів проводили при температурах 750 °С, 730 °С, 710 °С, 690 °С, 670 °С, 650 °С, 630 °С, 610 °С і 600 °С (для сплаву AMg6л мінімальна температура перемішування розплаву обмежувалась на рівні 610 °С). При даних температурах змінювали час перемішування розплаву з 3 до 20 хв. Після перемішування розплаву досліджуваних сплавів при різних температурах і часі витримки його заливали в дослідні форми для одержання зразків, на яких досліджували макроструктуру литого металу.

На рис. 1 наведено результати експериментальних досліджень із впливу температури перемішування розплаву на ступінь подрібнення зерна $N = \frac{D_{вихід}}{D_{оброб}}$ (де $D_{вихід}$ – розмір зерна вихідного сплаву, $D_{оброб}$ – розмір зерна сплаву, який в рідкому стані піддали механічному перемішуванню) ливарних сплавів системи Al–Mg.

В даному експерименті тривалість перемішування розплаву – 12 хв. Після перемішування розплаву досліджувані сплави охолоджували з постійною швидкістю $V_{охл.} = 0,5$ °С/с.

З даних, наведених на рис. 1, можна зробити висновок, що перемішування розплаву типових ливарних сплавів системи Al–Mg навіть в області високого перегрівання розплаву (на 120...140 °С вище за температуру початку кристалізації сплавів, тобто при температурі 750 °С) впливає на зменшення середнього розміру зерна досліджуваних сплавів на 15...30%. Зменшення температури перемішування розплаву суттєво збільшує ефект подрібнення зерна усіх трьох досліджуваних сплавів. Особливо сильно середній розмір зерна даних сплавів зменшується у двофазній зоні при температурах на 10...20 °С нижчих за температуру початку кристалізації сплавів (для сплаву AMg6л температура початку кристалізації – 628 °С, для сплавів AMg10 і AMg11 – 610 °С).

Так для сплаву AMg6л перемішування розплаву при температурі 610 °С (час перемішування 12 хв, подальше охолодження із швидкістю $V_{охл.} = 0,5$ °С/с) впливає на зменшення середнього розміру зерна у 2 рази (з 218 мкм до 106 мкм).

Для сплаву AMg10 перемішування розплаву при температурі 600 °С (час перемішування 12 хв, подальше охолодження із швидкістю $V_{охл.} = 0,5$ °С/с) впливає на зменшення середнього розміру зерна в 1,8 рази (з 252 мкм до 135 мкм). Для сплаву AMg11 перемішування розплаву при температурі 600 °С (час перемішування 12 хв, подальше охолодження із швидкістю $V_{охл.} = 0,5$ °С/с) впливає на зменшення середнього розміру зерна в 1,9 рази (з 315 мкм до 159 мкм).

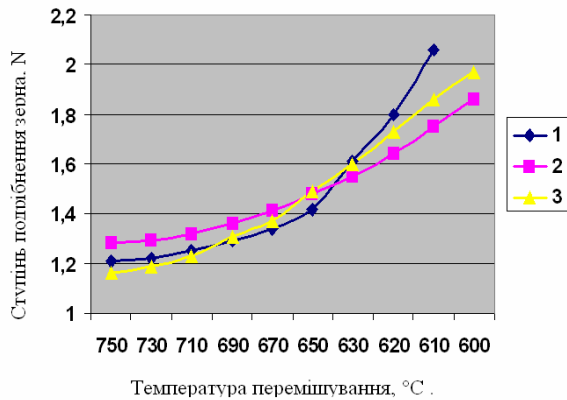


Рис. 1. Вплив температури перемішування розплаву на ступінь подрібнення зерна: 1 – сплав АМгбл; 2 – сплав АМг10; 3 – сплав АМг11

показано вище, при даних температурах ефект подрібнення розміру зерна від перемішування розплаву є максимальним.

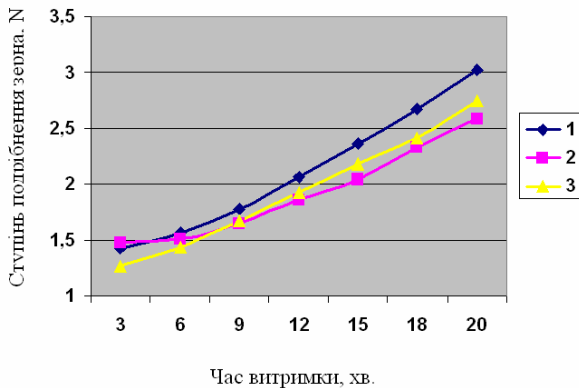


Рис. 2. Вплив часу перемішування розплаву на ступінь подрібнення зерна ливарних сплавів системи Al–Mg: 1 – АМгбл; 2 – АМг10; 3 – АМг11

зерна алюмінієвого твердого розчину ливарних сплавів системи Al–Mg.

Перемішування розплаву типових ливарних сплавів системи Al–Mg навіть в області високого перегрівання розплаву (на 120...140 °C вище за температуру початку кристалізації сплавів) впливає на зменшення середнього розміру зерна досліджуваних сплавів на 15...30%. Зменшення температури перемішування розплаву суттєво збільшує ефект подрібнення зерна усіх трьох досліджуваних сплавів. Особливо сильно середній розмір зерна даних сплавів зменшується в двофазній зоні при температурах на 10...20 °C нижчих за температуру початку кристалізації. Для сплаву АМгбл перемішування розплаву при температурі 610 °C (час перемішування 12 хв., подальше охолодження із швидкістю $V_{\text{охл.}} = 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{c}$) впливає на зменшення середнього розміру зерна у 2 рази. Для сплаву АМг10 перемішування розплаву при температурі 600 °C (час перемішування 12 хв, подальше охолодження із швидкістю $V_{\text{охл.}} = 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{c}$) впливає на зменшення середнього розміру зерна в 1,8 рази, а для сплаву АМг11 перемішування розплаву при температурі 600 °C (час перемішування 12 хв, подальше охолодження із швидкістю $V_{\text{охл.}} = 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{c}$) впливає на зменшення середнього розміру зерна в 1,9 рази.

Показно, що разом з температурою важливим параметром є час перемішування розплаву.

Експериментально встановлено, що при збільшенні часу перемішування розплаву більше 15...20 хв інтенсифікуються процеси вигорання магнію і окислення розплаву досліджуваних сплавів. Тому час перемішування розплаву потрібно обмежити до 10...15 хв.

Разом з температурою важливим параметром перемішування розплаву є час перемішування. На рис. 2 наведено результати експериментальних досліджень із впливу часу перемішування розплаву на ступінь подрібнення зерна

$N = \frac{D_{\text{вихід}}}{D_{\text{оброб}}}$ (де $D_{\text{вихід}}$ – розмір зерна вихідного сплаву, $D_{\text{оброб}}$ – розмір зерна сплаву, який в рідкому стані піддали механічному перемішуванню) ливарних сплавів системи Al–Mg.

Дані дослідження проводили при постійних температурах для кожного сплаву, які є на 10...20 °C нижчими за температуру початку кристалізації сплавів (температура перемішування розплавів: для сплаву АМгбл – 610 °C, для сплавів АМг10, АМг11 – 600 °C; $V_{\text{охл.}} = 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{c}$). Як було

Встановлено, що при збільшенні часу перемішування розплаву з 3 до 20 хв зростає ступінь подрібнення зерна досліджуваних сплавів (рис. 2). Для сплаву АМгбл збільшення часу перемішування з 3 до 20 хв впливає на подрібнення середнього розміру зерна алюмінієвого твердого розчину з 1,4 до 3,0 разів (з 152 до 72 мкм). Для сплаву АМг10 збільшення часу перемішування з 3 до 20 хв впливає на подрібнення зерна алюмінієвого твердого розчину з 1,5 до 2,6 разів (з 170 до 98 мкм). Для сплаву АМг11 збільшення часу перемішування з 3 до 20 хв впливає на подрібнення зерна алюмінієвого твердого розчину з 1,3 до 2,7 разів (з 248 до 115 мкм).

На прикладі сплавів АМгбл, АМг10 та АМг11 встановлено вплив механічного перемішування розплаву на середній розмір зерна алюмінієвого твердого розчину ливарних сплавів системи Al–Mg.

На прикладі сплавів АМгбл, АМг10 та АМг11 встановлено вплив механічного перемішування розплаву на середній розмір