

**Міністерство освіти і науки України
Донбаська державна машинобудівна академія
Асоціація ливарників України
Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України
Донецька державна обласна адміністрація
ПрАТ «Новокраматорський машинобудівний завод»
ПАТ «Енергомашспецсталь»**

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ, МАТЕРІАЛИ Й ОБЛАДНАННЯ В ЛИВАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

МАТЕРІАЛИ

**X міжнародної
науково-технічної конференції
21–23 жовтня 2025 року**

Краматорськ
ДДМА
2025

Рекомендовано до друку вченою радою
Донбаської державної машинобудівної академії
Протокол № 2 від 25.09.2025

Рецензенти:

Хричіков В. Є., д-р техн. наук, проф., зав. каф. ливарного виробництва Українського державного університету науки і технологій (м. Дніпро);

Пономаренко О. І., д-р техн. наук, проф., віце-президент АЛУ, зав. каф. ливарного виробництва Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (м. Харків).

*Відповідальність за достовірність інформації, представленої
у збірнику, несуть автори*

Перспективні технології, матеріали й обладнання в ливарному
П 27 виробництві : матеріали X міжнародної науково-технічної конференції, 21–23 жовтня 2025 року / під заг. ред. А. М. Фесенка, М. А. Турчаніна. – Краматорськ : ДДМА, 2025. – 168 с.
ISBN 978-617-7893-11-9.

У збірнику приведено матеріали, що висвітлюють актуальні проблеми ливарного виробництва: розробки прогресивних ресурсозберігальних технологій одержання литих виробів із різних металів і сплавів у разових ливарних формах і спеціальними способами лиття, фізико-хімічних основ металів і сплавів, теорії кристалізації та затвердіння виливків, розроблення й використання перспективних формувальних матеріалів і сумішей, сучасних технологій виготовлення ливарних форм і стрижнів, моделювання, комп'ютерних інформаційних технологій, автоматизації та механізації ливарних і споріднених процесів.

ЗМІСТ

Бєлік В. І., Шеневідько Л. К., Дука В. М., Цір Т. Г. Два механізми впливу перемішування розплаву на розмір первинних кристалів альфа-фази алюмінієво-кремнієвого сплаву	9
Бубликов В. Б., Бачинський Ю. Д., Нестерук О. П., Моїсєєва Н. П., Медвідь С. М. Створення технологій одержання високоміцних чавунів перлітного класу з підвищеними механічними та функціональними характеристиками	11
Буланова М. В., Фартушна Ю. В., Подрезов Ю. М., Вдовиченко О. В. Незвичайні властивості інтерметаліду Ti_3Sn : стан проблеми та перспективи	13
Веліканова Т. А., Заславський О. М. Бездифузійні перетворення в сплавах системи Fe–Mo–C. Частина 1. ПЕМ-ідентифікація γ -фази.....	15
Веліканова Т. А., Заславський О. М. Бездифузійні перетворення в сплавах системи Fe–Mo–C. Частина 2. ПЕМ-ідентифікація π -фаз	17
Веліканова Т. А., Заславський О. М. Бездифузійні перетворення в сплавах системи Fe–Mo–C. Частина 3. ПЕМ-ідентифікація χ -фази	19
Водоп'янова Г. О., Турчанін М. А., Агравал П. Г. Фазова діаграма системи Co–Hf за результатами термодинамічного опису в рамках CALPHAD-методу	20
Турчанін М. А., Корсун В. А., Агравал П. Г., Водоп'янова Г. О. Взаємодія компонентів аморфоутворюючих розплавів системи Co–Ti–Hf за результатами калориметричного дослідження при 1900 К.....	22
Агравал П. Г., Турчанін М. А., Водоп'янова Г. О., Корсун В. А. Результати термодинамічного опису системи Co–Ti–Hf у рамках CALPHAD-методу	24
Водоп'янова Г. О., Турчанін М. А., Агравал П. Г. Концентраційні області аморфізації розплавів Co–Cu–Ti–Hf за результатами прогнозування в рамках CALPHAD-методу	26
Турчанін М. А., Водоп'янова Г. О., Агравал П. Г. Розплави систем Co–Cu–Ni–Ti–Zr та Co–Cu–Ni–Ti–Hf як основа для одержання аморфних сплавів.....	28
Гринь О. Г., Жаріков С. В. Дослідження властивостей зварного з'єднання міді і міді зі сталлю.....	30
Дорошенко В. С. Спрямоване відведення продуктів газифікації ливарної моделі у вакуумованій піщаній формі.....	32
Дорошенко В. С. Фізико-хімічні основи взаємодії сталевих арматур із чавуном у біметалевому виливку	34

РОЗПЛАВИ СИСТЕМ Co–Cu–Ni–Ti–Zr ТА Co–Cu–Ni–Ti–Hf ЯК ОСНОВА ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ АМОРФНИХ СПЛАВІВ

Турчанін М. А., Водоп'янова Г. О., Агравал П. Г.,
(м. Краматорськ, ДДМА)

Аморфні сплави привертають значну увагу дослідників у галузі матеріалознавства. Однак пошук нових складів багатокомпонентних аморфних сплавів методом спроб і помилок вимагає значних витрат та зусиль. Тому для пошуку нових перспективних складів слід використовувати більш продуктивні наукові методи прогнозування. У цій роботі для прогнозування областей аморфізації багатокомпонентних розплавів використано CALPHAD-метод.

Для розрахунків термодинамічних властивостей багатокомпонентних рідких сплавів було використано базу даних, що містить параметри взаємодії для граничних двокомпонентних та трикомпонентних систем. Для опису термодинамічних функцій змішування аморфоутворюючих рідких сплавів використовується феноменологічна модель асоційованого розчину (МАР). На рис. 1 показані результати розрахунку метастабільних фазових діаграм за участю переохолоджених розплавів уздовж політермічних перерізів п'ятикомпонентної системи Co–Cu–Ni–Ti–Hf, які проходять від чистих компонентів до протилежних чотирикомпонентних еквіатомних сплавів.

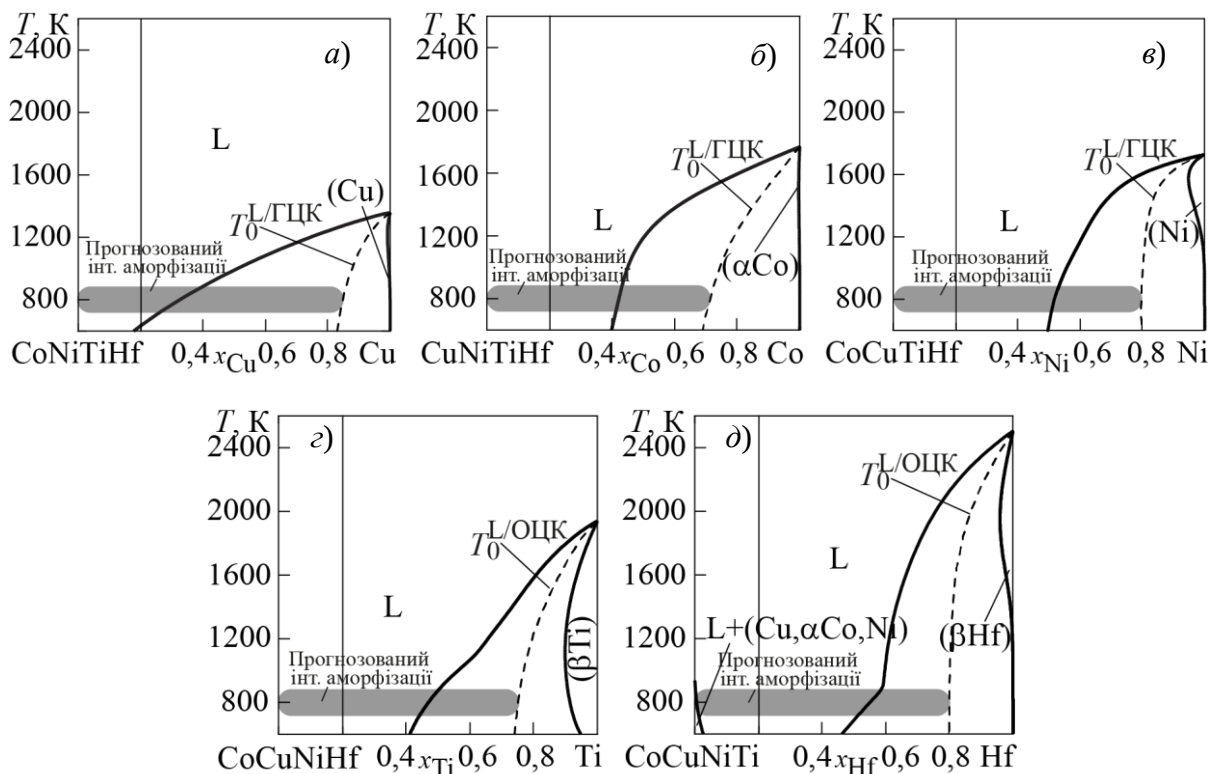


Рис. 1. Фазові діаграми метастабільних перетворень в системі Co–Cu–Ni–Ti–Hf вздовж перерізів $\text{Co}_{0,25}\text{Ni}_{0,25}\text{Ti}_{0,25}\text{Hf}_{0,25}$ –Cu (а), $\text{Cu}_{0,25}\text{Ni}_{0,25}\text{Ti}_{0,25}\text{Hf}_{0,25}$ –Co (б), $\text{Co}_{0,25}\text{Cu}_{0,25}\text{Ti}_{0,25}\text{Hf}_{0,25}$ –Ni (в), $\text{Co}_{0,25}\text{Cu}_{0,25}\text{Ni}_{0,25}\text{Hf}_{0,25}$ –Ti (г) і $\text{Co}_{0,25}\text{Cu}_{0,25}\text{Ni}_{0,25}\text{Ti}_{0,25}$ –Hf (д) і прогнозовані концентраційні інтервали аморфізації

Таблиця 1 – Прогнозовані концентраційні інтервали аморфізації рідких сплавів вздовж променевих перерізів систем Co–Cu–Ni–Ti–Zr і Co–Cu–Ni–Ti–Hf

Переріз	Прогнозований концентраційний інтервал	Переріз	Прогнозований концентраційний інтервал
Система Co–Cu–Ni–Ti–Zr		Система Co–Cu–Ni–Ti–Hf	
CoNiTiZr–Cu	$x_{Cu} = 0...0,85$	CoNiTiHf–Cu	$x_{Cu} = 0...0,85$
CuNiTiZr–Co	$x_{Co} = 0...0,73$	CuNiTiHf–Co	$x_{Co} = 0...0,71$
CoCuTiZr–Ni	$x_{Ni} = 0...0,78$	CoCuTiHf–Ni	$x_{Ni} = 0...0,80$
CoCuNiZr–Ti	$x_{Ti} = 0...0,77$	CoCuNiHf–Ti	$x_{Ti} = 0...0,75$
CoCuNiTi–Zr	$x_{Zr} = 0...0,81$	CoCuNiTi–Hf	$x_{Hf} = 0...0,81$

Для кожного з перерізів (рис. 1) спостерігається доволі широкий концентраційний інтервал відносної термодинамічної стабільності переохолоджених розплавів. У табл. 1 представлена інформація про прогнозовані інтервали аморфізації вздовж променевих перерізів п'ятикомпонентних систем Co–Cu–Ni–Ti–Zr і Co–Cu–Ni–Ti–Hf. З результатів, які містяться в табл. 1, неважко помітити, що концентраційні інтервали аморфізації вздовж розрахованих перерізів починаються з складу чотирикомпонентного еквіатомного сплаву і досягають складу $x_{Me} \approx 0,70...0,85$ в п'ятикомпонентній області. Як видно з представлених результатів, заміна цирконію на гафній не оказує помітного впливу на результати прогнозу.

Порівнюючи результати представлених вище розрахунків між собою, важко визначити для будь якої з модельних систем або для перерізу по вмісту будь якого компоненту однозначну перевагу в протяжності концентраційного інтервалу аморфізації – всі вони є приблизно сумірними, а різниця в протяжності не може бути однозначно пов'язаною з конкретним металом. Разом з тим, приймаючи до уваги хімічну природу металів, що складають розглянуті багатокомпонентні системи, за результатами розрахунків можуть бути сформульовані правила відбору перспективних складів багатокомпонентних розплавів при одержанні аморфних сплавів в системах Co–Cu–Ni–Ti–Hf і Co–Cu–Ni–Ti–Zr. Ці правила визначають сумарний вміст металів, які різняться за хімічними властивостями: сумарний вміст пізніх перехідних металів в розплаві (Co, Cu, Ni), які виконують роль акцепторів електронів в багатокомпонентній системі, має відповідати умові $\Sigma x_{TM} > 0,15$; сумарний вміст IVB-металів (Ti, Zr, Hf), які є донорами електронів в багатокомпонентній системі, має задовольняти умові $\Sigma x_{IVB} > 0,13$; одночасно мають бути виконанні умови $x_{Cu} < 0,85$, $x_{Co}, x_{Cu} < 0,73$, $x_{Ni} < 0,78$, $x_{Ti}, x_{Zr}, x_{Hf} < 0,75$. Сформульовані правила відбору становлять собою новий критерій для визначення перспективних складів аморфних сплавів перехідних металів, який приймає до уваги особливості донорно-акцепторної взаємодії компонентів розплавів.