

Винахід має відношення до металургії та може бути використаний для отримання відливків з монокристалічною структурою та заданою кристалографічною орієнтацією, наприклад, лопаток газових турбін, магнітів та інших подібних виробів.

Відомий пристрій для отримання монокристалічних відливків, який містить вакуумну камеру, у якій розташований нагрівач із розміщеними у ньому керамічною формою із затравкою, установлений під нагрівачем кристалізатор, який складається з охолоджуваної кільцеподібної камери, усередині якої, коаксіально їй та з можливістю переміщення уздовж осі, розміщена охолоджувана циліндрична камера [авт. свід. СРСР №462393, С30В17/00, 1982] [1]. Циліндрична камера має трубчастий екран з тугоплавкого металу, охоплюючий частину керамічної форми із затравкою. Використання води як охолоджувача дозволяє, з одного боку, вилучити нагрівання охолоджувача, що сприяє зниженню енерговитрат на отримання монокристалічних відливків, а, з другого боку, завдяки більш низькій температурі охолодження, збільшити градієнт на фронті кристалізації.

Проте, передавання тепла від керамічної форми до кристалізатора відбувається крізь невелику поверхню виступної частини форми із затравкою та днища форми, що не дозволяє відводити від форми значну кількість тепла та обмежує збільшення градієнта температур на фронті кристалізації. Це обумовлює невисоку якість отримуваних відливків.

Відомий пристрій для отримання монокристалічних відливків, який містить вакуумну камеру, у якій розміщені нагрівач, установлений під нагрівачем кристалізатор, керамічна форма із затравкою, розташовані усередині нагрівача з можливістю пересування у напрямку до кристалізатора [патент України №49616А, В22Д27/04, 2002] [2]. Кристалізатор складається з охолоджуваної кільцеподібної камери, усередині якої, коаксіально їй та з можливістю переміщення уздовж осі, розміщена охолоджувана циліндрична камера. Остання розміщена у кільцеподібній камері з утворенням між ними кільцеподібної порожнини, заповненої рідкометалевим охолоджувачем із легкоплавкого сплаву. На циліндричній камері, із боку нагрівача, установлено стаканоподібний елемент, усередині якого, на днищі, розміщена керамічна форма.

Наявність у кристалізаторі охолоджувача з легкоплавкого сплаву, який має низьку температуру плавлення (наприклад сплав має $T_{пл} \approx 16^\circ\text{C}$), а також високу у порівнянні з водою теплопровідність, дозволяє отримувати більш високий градієнт температури на фронті кристалізації розплаву і відповідно відливки з більш однорідною дисперсною структурою.

Проте мала поверхня теплового контакту між керамічною формою і стаканоподібним елементом створює значний тепловий опір при спрямованій кристалізації, що імітує величину температурного градієнта на фронті кристалізації і не дозволяє отримувати монокристалічні відливки з високою швидкістю.

В основу винаходу поставлена задача створити такий пристрій для отримуваних монокристалічних відливків, який у порівнянні із пристроєм, обраним як прототип, дав би можливість підвищити швидкість спрямованої кристалізації, а також якість відливків.

Поставлена задача вирішується у пристрої для отримання монокристалічних відливків, який містить вакуумну камеру, у якій розміщені нагрівач, установлений під нагрівачем кристалізатор, керамічну форму із затравкою. Форма розміщена у стаканоподібному елементі на водоохолоджуваній циліндричній камері з можливістю переміщення від нагрівача до кристалізатора, що має додатковий рідко металевий охолоджувач з легкого сплаву. Згідно з винаходом у стаканоподібному елементі простір між керамічною формою і його внутрішньою поверхнею заповнено теплопровідним матеріалом. Для досягнення більш високого результату як теплопровідний матеріал використовують гранульований графіт або порошок молібдену або алюмінію або олова.

Розміщення у просторі між керамічною формою та стаканоподібним елементом теплопровідного матеріалу сприяє тому, що зменшується тепловий опір між згаданими елементами. Це приводить до збільшення температурного градієнту на фронті кристалізації і підвищення швидкості спрямованої кристалізації.

На кресленні зображено пропонований пристрій.

Пристрій містить вакуумну камеру 1, у якій розташовані нагрівач 2 з розміщеними у ньому керамічною формою 3 із затравкою 4. У камері 1 розташований кристалізатор, установлений під нагрівачем 2. Форма 3 із затравкою 4 має можливість переміщуватись від нагрівача 2 до кристалізатора. Кристалізатор складається із охолоджуваної кільцеподібної камери 5, усередині якої, коаксіально їй та з можливістю переміщення уздовж осі, розміщена охолоджувана циліндрична камера 6. Остання розміщена у кільцеподібній камері 5 з утворенням між ними кільцеподібної порожнини 7, заповненої рідкометалевим охолоджувачем 8 з легкоплавкого сплаву. На рівні донної частини кільцеподібної камери 5, між останньою та циліндричною камерою 6 розміщено вакуумне ущільнення 9. На циліндричній камері 6, з боку нагрівача 3, установлено стаканоподібний елемент - 10. Усередині елемента 10, на його днищі, розміщена керамічна форма 3. Циліндрична камера 6 з'єднана за допомогою тяги 11 з механізмом (на кресленні не показаний) переміщення камери 6 уздовж повздовжньої осі. Простір між керамічною формою 3 і внутрішньою поверхнею стаканоподібного елемента 10 заповнений теплопровідним матеріалом 12 - гранульованим графітом.

Пристрій працює так. Керамічну форму 3 із затравкою 4 розміщують у стаканоподібному елементі 10. У простір між керамічною формою 3 і внутрішньою поверхнею стаканоподібного елемента 10 засипають гранульований графітом 12. Порожнину 7 між камерами 5 та 6 заповнюють рідкометалевим охолоджувачем 8 (In-25ваг.% Ga). Далі у порожнини камер 5 та 6 подають охолоджувач – воду. Необхідний рівень охолоджувача – води підтримують на протязі усього процесу кристалізації до отримання відливків. Вакуумну камеру 1 герметизують та утворюють у ній тиск 10^{-3} торр. Після цього вмикають нагрівач 2. Нагрівання здійснюють до температури, яка нижче температури солідус матеріалу затравки 4, та на $50...100^\circ\text{C}$ вище температури ліквідує матеріалу, який кристалізують (наприклад для жароміцного сплаву ЖС-32, який кристалізують, ця температура складає 1450°C). Далі заливають у керамічну форму 3 розплав жароміцного сплаву ЖС-32 та здійснюють наступну спрямовану кристалізацію його шляхом вилучення керамічної форми 3 з нагрівача 2 до кристалізатора. При цьому стаканоподібний елемент 10 разом з керамічною формою 3 переміщується

усередину кристалізатора та контактує з охолоджувачем. Внаслідок покращення теплового контакту між керамічною формою 3 і стаканоподібний елементом 10, за рахунок теплопровідного наповнювача 12, вдається підвищити швидкість спрямованої кристалізації монокристалічних відливків, покращити якість отримуваних відливків. Як показали експерименти, швидкість спрямованої кристалізації монокристалічних відливків, отримуваних за допомогою пропонованого пристрою, збільшується у 2 рази.

Таким чином, пропонований пристрій дозволяє, у порівнянні із пристроєм, який обраний як прототип, отримувати відливки більш високої якості.

