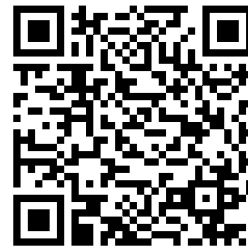


Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0222U003397

Державний реєстраційний номер: 0117U001261

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 18-03-2022

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 1

Назва етапу: Дослідження особливостей протікання структурних та фазових перетворень в металі зливків, зварних швів, наплавленого шару високоміцних сталей та сплавів, отриманих адитивними методами з залученням концентрованих потоків енергії.

Початок етапу: 01.2017

Закінчення етапу: 12.2021

Вид звітнього документа: Остаточний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05416923

Місцезнаходження: вул. Казимира Малевича, буд. 11, м. Київ, 03150, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380445280486, 380442873183

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Національна академія наук України

Код за ЄДРПОУ: 00019270

Місцезнаходження: вул. Володимирська, буд. 54, м. Київ, 01061, Україна

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380442343243

VI. Джерела, напрями та обсяги фінансування ДіР

Підстава для проведення ДіР: 34 - договір (замовлення) з центральним органом виконавчої влади, академією наук (головними розпорядниками бюджетних коштів на проведення НДДКР)

Напрямок фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК): 6541030

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 9437.674

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Дослідження особливостей протікання структурних та фазових перетворень в металі зливків, зварних швів, наплавленого шару високоміцних сталей та сплавів, отриманих адитивними методами з залученням концентрованих потоків енергії.

Назва роботи англійською:

Investigation of the peculiarities of structural and phase transformations in metal of ingots, welds and deposited layer of high-strength steels and alloys produced by additive methods using concentrated energy flows.

Реферат українською:

За допомогою методу CALPHAD створено математичні моделі та проведено комп'ютерне моделювання температурного, напружено-деформованого і структурно-фазового стану наплавленого шару із сталей 09Г2С, S460М, титанового сплаву Grade2, отриманих адитивними методами. Проведено моделювання багат шарової 3D конструкції та тонкостінних циліндричних оболонок та встановлено критерії вибору матеріалу для адитивного процесу. Встановлено структуру виробів, одержаних методом адитивної технології на xBeam 3D-принтері з використанням титанового дроту Grade 2. Показано, що первинна структура виробу – литого типу, з перевагою рівноосних зерен. Вторинна структура зерен, голчастого типу представлена двома фазами: α - мартенситна (ГЦК $\sim 99,0$ мас.%) і β - високотемпературна (з ОЦК решітками $\sim 1,0$ мас.%). Доведена низька втрата алюмінію під час осадження дроту за технологією xBeam 3DMetalPrinting. Встановлено, що плазмово-індукційне пошарове вирощування дозволяє отримувати досконалу монокристалічну структуру вольфраму з малокутовими границями та кристалографічною орієнтацією, що була задана затравочним кристалом. Встановлено кристалографічну досконалість монокристалічних злитків вольфраму отриманих адитивною технологією методом плазмово – індукційного пошарового вирощування при різних швидкостях процесу (17...70 мм/хв). Встановлено, що злиток є монокристалічним тілом з кристалографічною орієнтацією, відповідно зародковому кристалу; товщина нарощуваних шарів складає 2...3мм; структура шарів однорідна, дефектів та пор не спостерігається; розрахунок кутів розорієнтування (β) елементів субструктури показав, що змінюється у межах $0,294^\circ \dots 1,923^\circ$, що не перевищує допустиму величину ($< 3^\circ$). Встановлено вплив адитивних модифікаторів на формування структури та властивостей металу швів високоміцних низьколегованих сталей типу 14ХГНДЦ. Показано, що для досліджених оксидних сполук підвищення значень ударної в'язкості металу швів відбувається відповідно до ряду $\text{Al}_2\text{O}_3 \ll \text{TiO}_2 \ll \text{MgO} \ll \text{ZrO}_2$.

Реферат англійською:

Using the CALPHAD method, mathematical models were created and computer modeling of the temperature, stress-strain and structural-phase state of the deposited layer of steels 09Г2С, S460М, titanium alloy Grade2, obtained by additive methods. Modeling of multilayer 3D construction and thin-walled cylindrical shells was carried out and criteria for material selection for the additive process were established. The structure of products obtained by the method of additive technology with xBeam 3D-printer using titanium wire Grade 2 is established. It is shown that the primary structure of the product is of the cast type, with the predominance of coaxial grains. The secondary structure of needles type is represented by two phases: α -martensitic (fcc ~ 99.0 wt.%) and β - high-temperature (with BCC lattices ~ 1.0 wt.%). Proven low loss of aluminium during wire deposition using xBeam 3DMetalPrinting technology. It is established that plasma-induction layer cultivation allows to obtain a perfect single-crystal structure of tungsten with low-angle boundaries and crystallographic orientation, which was set by the seed crystal. The crystallographic perfection of monocrystalline tungsten ingots obtained by additive technology by the method of plasma - induction layer cultivation at different process speeds (17... 70 mm / min) has been established. The ingot is a single-crystalline body with crystallographic orientation, in accordance with the seed crystal; the thickness of the growing layers is 2... 3 mm; the structure of the layers is homogeneous,

defects and pores are not observed; the calculation of the misorientation angles (θ) of the elements of the substructure showed that it varies within $0.294^\circ \dots 1.923^\circ$, which does not exceed the allowed value ($<3^\circ$). The influence of additive modifiers on the formation of the structure and properties of the weld metal of high-strength low-alloy steels type 14HGNDC is established.

Індекс УДК: 621.791, 669-1: 621.791

Коди тематичних рубрик: 81.35.01

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Григоренко Георгій Михайлович

Науковий ступінь: д. т. н.

Вчене звання: професор

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

VIII. Наукова (науково-технічна) продукція (НТП)

Назва НТП українською: Дослідження особливостей протікання структурних та фазових перетворень в металі зливків, зварних швів, наплавленого шару високоміцних сталей та сплавів, отриманих адитивними методами з залученням концентрованих потоків енергії

Назва НТП англійською: Study of the peculiarities of structural and phase transformations in metal of ingots, welds, deposited layers of high-strength steels and alloys obtained by additive methods involving concentrated energy flows.

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Методи, теорії, Аналітичні матеріали

Галузь застосування: Металургійна, енергетична, авіакосмічна, будівельна, машинобудівна.

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Отримані в проведених дослідженнях математичні моделі та методики дозволяють оптимізувати режими та удосконалити технологічні процеси, що впливають на формування структурно-фазового стану при зварюванні та адитивному наплавленні, для забезпечення міцності, пластичності та ударної в'язкості при складних умовах експлуатації зварних конструкцій та адитивних виробів.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Економія матеріалів, Зменшення зносу обладнання

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Не впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу:

Закінчення етапу:

Споживачі продукції:

Перспективні ринки:

Характер співробітництва з інвестором

Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:

Права, що надаються інвестору після завершення роботи:

Наявність бізнес-плану:

Техніко-економічне обґрунтування:

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:

Очікуваний термін окупності (років):

Додаткова інформація:

IX. Бібліографічний опис

1. Peculiarities of simulation of the additive process of forming of 3D products from steel 09G2S/ V.A. Kostin, G. M. Grygorenko, I. A. Mossokovskaya/ Przegląd Spawalnictwa. – 2017.- №9(89). – P. 42-48.

2. Особенности формирования структуры 3D изделия из стали S460M в аддитивной металлургической технологии/ В.А.Костин, Г.М.Григоренко / Современная электрометаллургия, №3 (128), 2017, с.33-42.
3. Ковальчук Д.В., Григоренко Г.М., Адеева Л.И., Григоренко С.Г., Степанюк С.Н. / Особенности формирования структуры изделий, получаемых методом аддитивного производства на электронно-лучевом 3D принтере, с использованием проволоки титанового сплава / Современная электрометаллургия. 2018. – №4. – С.62-69
4. Electroslag refining with liquid metal for composite rotor manufacturing/ L. Medovar, G. Polishko, G. Stovpchenko, V. Kostin, A. Tunik, A. Sybir/ Archives of Materials Science and Engineering, Volume 91, Issue 2, June 2018, Pages 49-55.
5. V. Shapovalov, Є. Shapovalov, R. Kachan, T. Skuba, O. Berdnikova / The application of additive technologies to control the process of segregation in the prodaction of ingots and casting // Of abstracts 4rd International conference «Modern technologies and methods of inorganic materials science Proceedings» - 2021. - Tbilisi, Georgia. – P. 170-173.
6. Григоренко Г.М., Костин В.А. Влияние содержание углерода на особенности превращения аустнита и свойства металла зоны термического влияния стали специального назначения типа 30X2H2MФ/ Наука про матеріали: досягнення та перспективи. У 2-х т.1./ Ред. Л.М.Лобанов та інш.; НАН України.- Київ: Академперіодика, 2018.- 652.
7. Математическое моделирование процесса формирования многослойной 3D конструкции аддитивным методом с использованием электродуговых источников тепла/ Г.М.Григоренко, В.А.Костин, В.А.Шаповалов, А.Н.Пикулин/ Современная электрометаллургия, 2018, №1, с.17-27.
8. Патон Б. Є., Григоренко Г. М., Маркашова Л. І., Шаповалов В. О., Берднікова О. М., Половецький Є. В., Якуша В. В., Гніздило А. Н. Структура крупних профільованих монокристалів вольфраму, отриманих адитивним плазмово-індукційним наплавленням, Сучасна електрометалургія, № 4, 2018, С. 42-51. DOI: <https://doi.org/10.15407/sem2018.04.03>
9. Аддитивные материалы для производства тонкостенных цилиндрических оболочек/ В.А.Костин, Г.М.Григоренко/ Міжнародна конференція "Функціональні матеріали для інноваційної енергетики FMIE-2019", Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України, 13-15 травня 2019.
10. Investigation of the structure and properties of products obtained at 3d electron beam printer using titanium alloy WIRE Report/ 2nd International congress on welding, additive manufacturing and associated non-destructive testing, June 5 -7, 2019, Metz, France A. Tunik, D. Kovalchuk, L.Adeeva, S.Stepanyuk, S.Grigorenko, Ju. Khokhlova

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Кривцун Ігор Віталійович

Д. Т. Н.

Перелік осіб-виконавців

Берднікова Олена Миколаївна

(д. т. н., 05.02.01)

Костін Валерій Анатолійович

(д. т. н., 05.02.01)

Тунік Алла Юріївна

(к. т. н.)

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Козін Роман

Телефон

+38 (044) 205-21-01

Реєстратор

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**

