

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0523U100073

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 10-05-2023

**Статус:** Захищена

**Реквізити наказу МОН / наказу закладу:**



## II. Відомості про здобувача

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Солоненко Людмила Ігорівна

2. Solonenko Lyudmila I.

**Кваліфікація:** 05.16.04

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Вид дисертації:** доктор наук

**Шифр наукової спеціальності:** 05.16.04

**Назва наукової спеціальності:** Ливарне виробництво

**Галузь / галузі знань:** Не застосовується

**Освітньо-наукова програма зі спеціальності:** Не застосовується

**Дата захисту:** 19-04-2023

**Спеціальність за освітою:** Ливарне виробництво чорних і кольорових металів

**Місце роботи здобувача:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Сектор науки:** Не застосовується

### **III. Відомості про дисертацію**

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** Д 08.084.03

**Повне найменування юридичної особи:** Національна металургійна академія України

**Код за ЄДРПОУ:** 02070766

**Місцезнаходження:** проспект Гагаріна, буд. 4, м. Дніпро, Дніпровський р-н., Дніпропетровська обл., 49000, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Сектор науки:** Не застосовується

### **IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію**

**Повне найменування юридичної особи:** Український державний університет науки і технологій

**Код за ЄДРПОУ:** 44165850

**Місцезнаходження:** вул. Лазаряна, буд. 2, м. Дніпро, Дніпровський р-н., Дніпропетровська обл., 49010, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Сектор науки:** Не застосовується

### **V. Відомості про дисертацію**

**Мова дисертації:**

**Коди тематичних рубрик:** 55.15

**Тема дисертації:**

1. Теоретичні та технологічні основи паро-мікрохвильового структурування піщано-рідкоскляних сумішей для виготовлення виливків
2. Theoretical and technological basis of sand-sodium-silicate mixtures steam-microwave structuring for making castings

**Реферат:**

1. У дисертації наведені теоретичні та технологічні узагальнення в рамках вирішення науково-технічної проблеми створення екологічно безпечних ливарних форм та стрижнів з піщано-рідкоскляної суміші, що структуровані за ПМЗ-процесом, для виливків загальномашинобудівного призначення, шляхом визначення закономірностей формування властивостей і кінетики структурування суміші, оптимізації її складу та реалізації результатів досліджень у виробництві, що зумовлює підвищення екологічної безпеки та санітарно-

гігієнічних умов виробництва, скорочення циклу та енергоємності процесу виготовлення виливків, підвищення їх якості та, відповідно, зниження їх собівартості. З використанням наважок різних матеріалів і різної маси дослідили особливості їх нагрівання в резонаторі мікрохвильових печей зі стоячею хвилею при частоті випромінювання 2,45 ГГц і номінальною потужністю магнетрону 700...1200 Вт. Встановлено, що з віддаленням від вісі обертового столу потужність мікрохвильового випромінювання зменшується з  $p=0,40...0,72$  до  $p=0,29...0,36$  від номінальної потужності магнетрону мікрохвильової печі. При цьому, при однаковій масі, швидкість підвищення температури матеріалів, що нагрівають прямо пропорційна їх відносній діелектричній проникності, яка (для мінералів) залежить виключно від їх хімічного складу, що треба враховувати під час вибору складу піщано-рідкоскляних сумішей, що структурують в паро-мікрохвильовому середовищі (за ПМЗ-процесом). Досліджено кінетику структурування кварцового піску плакованого натрієвим рідким склом та структурованого за ПМЗ-процесом. Встановлено, що при використанні ПМЗ-процесу виділення води з структурованої суміші проходить в три етапи при  $t_{100...128}^{\circ}\text{C}$ . При цьому, наявність рідкого скла в кварцовому піску та його низька уявна щільність суттєво знижують масу піщано-рідкоскляної суміші, яку можливо обробити фіксованою кількістю насиченої водяної пари, по відношенню до чистого кварцового піску, що пов'язано з процесами гідратації-дегідратації рідкого скла, його кількістю, відносною пористістю суміші та часом її нагрівання мікрохвильовим випромінюванням. Симплекс-плануванням активного експерименту оптимізовано склад піщано-рідкоскляної суміші за ПМЗ-процесом при раціональному рівні його основних технологічних параметрів. За отриманими даними розроблено функціональні залежності між рядом параметрів і властивостей структурованих формувальних та стрижневих сумішей, які визначають на зразках за стандартними і загальноприйнятими методиками. Визначено інтегрально-ефективні величини теплофізичних параметрів кварцового піску, плакованого рідким склом в кількості від 0,5 до 3,0 % і структурованого за ПМЗ-процесом при заливці в нього алюмінієвого сплаву і сірого чавуну. Встановлено, що характер механічного руйнування піщано-рідкоскляної суміші, структурованої за ПМЗ-процесом, не залежить від вмісту рідкого скла, яке пішло на плакування кварцового піску, але залежить від тривалості ПМЗ-процесу, зі збільшенням часу якого змінюється від адгезійного (до 2 хв) до змішаного (2...4 хв) і когезійного (понад 4 хв). Робота вибивання піщано-рідкоскляних сумішей структурованих за ПМЗ-процесом, що містять від 0,5 до 2,5 % (за масою, понад 100 % піску) рідкого скла, зі збільшенням температури їх попереднього нагріву від 800 до 1100 °С, знижується з 185...15 Дж до 0, а водостійкість близька до абсолютної за час дослідів, що дозволяє ці суміші легко видаляти з виливків ударно-вібраційними способами. Вибивання стрижнів, температура нагріву яких не перевищувала 600 °С, рекомендовано здійснювати шляхом занурення виливків у воду. Досліджено кінетику карбонізації частково дегідратованого рідкого скла в тонкому шарі на повітрі, з якої витікає, що зі збільшенням відносної вологості повітря інтенсивність карбонізації рідкого скла та, відповідно, маса карбонату і гідрокарбонату, що утворилася в тонких плівках рідкого скла, зростають. Розроблено опис механізму масопереносу рідкого скла в пласкому капілярі під дією мікрохвильового випромінювання та розроблено рекомендації щодо спарювання форм та стрижнів з піщано-рідкоскляних структурованих сумішей шляхом їх склеювання рідким склом в мікрохвильовому випромінюванні. Встановлено причини та розроблено опис механізмів виникнення дефектів вимоїна та внутрішня тріщина, які притаманні виключно ливарним формам та стрижням з піщано-рідкоскляної суміші, структурованої за ПМЗ-процесом. Досліджено якість поверхні виливків, які отримано в піщано-рідкоскляних формах за ПМЗ-процесом. Встановлено, що їх пригар має термічний характер і, за винятком виливків з чавуну, є легковидоляємим. Ступінь точності поверхні таких виливків з бронзи, сталі та чавуну відповідає 7...10 класу, а алюмінієвих сплавів – 5...14 класу відповідно до ДСТУ 8981:2020. Проведено аналіз якості виливків поточного виробництва та виливків, що виготовлені у формах з піщано-рідкоскляних сумішей, структурованих за ПМЗ-процесом.

2. Dissertation presents theoretical and technological generalizations in solving the scientific and technical problem of environmentally friendly molds and rods from sand-sodium-silicate mixture, structured by SMS-process, creating for castings of general engineering purposes, by properties formation regularities and kinetics of mixture structuring determining, its composition optimization and research results realization in production,

which leads to environmental safety and production sanitary conditions increasing, cycle and energy consumption of casting process reducing, their quality improving and, accordingly, their cost lowering. Using different materials samples with different masses, their heating peculiarities in microwave furnace resonator with standing wave at radiation frequency of 2.45 GHz and nominal magnetron power of 700...1200 W have been investigated. It has been established that with distancing from axis of rotating table microwave radiation power decreases from  $\eta=0.40...0.72$  to  $\eta=0.29...0.36$  of microwave furnace magnetron nominal power. In this case, at the same mass, temperature rising rate of heating materials is directly proportional to their relative dielectric permeability, which (for minerals) depends exclusively on their chemical composition. That must be taken into account when choosing the composition of sand-sodium-silicate mixtures structured by steam microwave environment (SMS-processing). Kinetics of quartz sand clad with sodium silicate solute and structured by SMS-process structuring has been studied. It has been established that when using SMS-process, water separation from structured mixture takes place in three stages at  $\eta 100...128$  °C. At the same time, sodium silicate solute presence in quartz sand and its low apparent density significantly reduce sand-sodium-silicate mixture mass, which can be treated with fixed amount of saturated water steam, relative to pure quartz sand, which is associated with sodium silicate solute hydration-dehydration, with its amount, with mixture relative porosity and its heating by microwave radiation time. Sand-sodium-silicate mixture composition at SMS-process has been optimized by simplex planning of active experiment due to rational level of its main technological parameters. According to data obtained, functional dependences between parameters and properties of structured mold and rod mixtures, which are determined on samples by standard and conventional methods, have been developed. Integral-effective values of thermo-physical parameters of quartz sand clad with sodium silicate solute in amount of 0,5 to 3,0% and structured by SMS-process when pouring aluminum alloy and gray cast iron have been determined. It has been established that sand-sodium-silicate mixture structured by SMS-process mechanical destruction nature does not depend on sodium silicate solute content, which has been consumed on quartz sand cladding, but depends on SMS-process duration, that is changes with time from adhesive (up to 2 min) to mixed (2...4 min) and to cohesive (more than 4 min). Knock out work of sand-sodium-silicate mixtures structured by SMS-process, containing sodium silicate solute from 0.5 to 2.5% (by weight, over 100% sand), with preheating temperature increasing from 800 to 1100 °C, decreases from 185...15 J to 0, and water resistance remains close to absolute during examination time, which allows these mixtures to be easily removed from castings by shock-vibration methods. It has been recommended to knock out the rods, which heating temperature did not exceed 600 °C, by immersing castings in water. Partially dehydrated sodium silicate solute in thin layer in air carbonization kinetics has been studied, from which it follows that with air relative humidity increasing sodium silicate solute carbonization intensity and, accordingly, mass of carbonate and bicarbonate formed in sodium silicate solute thin films increases. Mechanism of sodium silicate solute mass transfer in flat capillary under microwave radiation action description has been elaborated and recommendations for pairing molds and rods from sand-sodium-silicate structured mixtures by gluing them with sodium silicate solute in microwave radiation have been developed. Surface quality of castings obtained in sand-sodium-silicate molds by SMS-process has been studied. It has been established that their burn is thermal in nature and, with exception of cast iron castings, easily removed. Such bronze, steel and cast iron castings surface accuracy level corresponds to 7...10 classes, and aluminum alloys – 5...14 classes according to DSTU 8981:2020. Current production parts and castings made in molds from sand-sodium-silicate mixtures structured by SMS-process foundry quality analysis have been carried out.

**Державний реєстраційний номер ДіР:**

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:**

**Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:**

**Підсумки дослідження:**

**Публікації:**

**Наукова (науково-технічна) продукція:**

**Соціально-економічна спрямованість:**

**Охоронні документи на ОПІВ:**

**Впровадження результатів дисертації:**

**Зв'язок з науковими темами:**

## **VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Реп'ях Сергій Іванович
2. Repiakh Serhii Ivanovych

**Кваліфікація:** 05.16.04

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Сектор науки:** Не застосовується

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Реп'ях Сергій Іванович
2. Repiakh Serhii Ivanovych

**Кваліфікація:** 05.16.04

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Сектор науки:** Не застосовується

## **VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів**

### **Офіційні опоненти**

#### **Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Ямшинський Михайло Михайлович
2. Yamshynskiy Mykhailo Mykhailovych

**Кваліфікація:** 05.16.04

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Сектор науки:** Не застосовується

#### **Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Іванов Валерій Григорович
2. Ivanov Valerii H.

**Кваліфікація:** 05.16.04

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Сектор науки:** Не застосовується

#### **Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Селівьорстов Вадим Юрійович
2. Selivorstov Vadym Yuriiovych

**Кваліфікація:** 05.16.04

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Сектор науки:** Не застосовується

**Рецензенти**

### **VIII. Заключні відомості**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
голови ради**

Іващенко Валерій Петрович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
головуючого на засіданні**

Іващенко Валерій Петрович

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

**Реєстратор**

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



Юрченко Т.А.