

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

КАЗИМИРЕНКО ЮЛІЯ ОЛЕКСІВНА

УДК 629.56:539.388:666.1.037.3:621.793

ДИСЕРТАЦІЯ
НАУКОВІ ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ І ПІДВИЩЕННЯ ЗАХИСТУ
МЕТАЛ-СКЛЯНИМИ МАТЕРІАЛАМИ ЕЛЕМЕНТІВ СУДЕН ДЛЯ
РАДІОАКТИВНИХ ВАНТАЖІВ

ЧАСТИНА II

Спеціальності 05.08.03 – конструювання та будування суден

135 – суднобудування

05.17.11 – технологія тугоплавких неметалічних матеріалів

161 – хімічні технології та інженерія

Технічні науки

Подається на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Ю. О. Казимиренко

Науковий консультант

Дубовий Олександр Миколайович
доктор технічних наук, професор

Миколаїв – 2019

ЗМІСТ

ДОДАТОК А. Нормативна документація	3
ДОДАТОК Б. Постановка експериментальних досліджень	15
ДОДАТОК В. Установа для термодформаційних процесів формування матеріалів. Інструкція з експлуатації	27
ДОДАТОК Г. Тексти комп'ютерних програм	37
ДОДАТОК Д. Патенти і акти впровадження дисертаційної роботи	73
ДОДАТОК Е. Список публікацій здобувача за темою дисертації	117

ДОДАТОК А

НОРМАТИВНА ДОКУМЕНТАЦІЯ

**Таблиця А.1 – Нормативна документація щодо транспортування
радіоактивних речовин**

Документ	Назва	Предмет досліджень
ГОСТ 14192-96	Маркировка грузов. Манипуляционные знаки	Маркування, пакування, температурні умови транспортування РАВ
ГОСТ 26319-84	Грузы опасные. Упаковка	
ГОСТ 19433-88*	Грузы опасные. Классификация и маркировка	
ГОСТ 31340-2007	Предупредительная маркировка химической продукции. Общие требования	
ПОТРМ-007-98	Межотраслевые правила по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении груза	
ГОСТ 24389-89	Системы кондиционирования воздуха, вентиляции и отопления судов. Расчетные параметры воздуха и расчетная температура воды	
ГОСТ 28822-90	Автоматизированные системы налива и слива морских и речных судов. Общие технические требования и методы испытаний	Захист конструкцій, персоналу, навколишнього середовища
НР6-99 (СП.2.6.1.758-99)	Нормы радиационной безопасности	
ГОСТ 12.1044-89	Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения	
ДСТУ 3220-95	Пожезовибухонебезпека в суднобудуванні. Загальні вимоги	
ГОСТ 19439.3-74	Судовые эксплуатационные документы. Типовая номенклатура документов для морских судов и судов внутреннего плавания	

Таблица А.2 – Элементы транспортного оборудования. Нормативна документація

Документ	Назва	Предмет досліджень
ГОСТ 16327-88	Комплекты упаковочные транспортные для радиоактивных веществ. Общие технические условия	Транспортне обладнання для вантажів 7 класу небезпеки
ГОСТ 18477-79	Контейнеры универсальные. Типы. Основные параметры	
ГОСТ 13950-91	Бочки стальные сварные и закатанные с гофрами на корпусе. Технические условия	
ГОСТ 17366-80	Бочки стальные сварные толстостенные для химических продуктов. Технические условия	
ГОСТ 5044-79	Барабаны стальные тонкостенные для химических продуктов. Технические условия	
ГОСТ 2663-85	Пакеты транспортные. Формирование с применением пакетирования	
ГОСТ 16327-88	Комплекты упаковочные транспортные для радиоактивных грузов. Общие технические условия	Дотримання норм безпеки і індивідуального захисту від випромінювань
ГОСТ 16950-81	Техника радиационно-защитная. Термины и определения	
ГОСТ 15484-81	Ионизирующие излучения и их измерение	
ГОСТ 12.217-2001	Средства индивидуальной защиты от радиоактивных веществ и ионизирующих излучений. Требования и методы испытаний	

Таблица А.3 – Виготовлення шаруватих композитних конструкцій.

Нормативна документація

Документ	Назва	Вид робіт
РД 24.023.52-90	Изделия химического машиностроения. Гуммирование. Типовой технологический процесс	Нанесення захисних покриттів
ГОСТ 28844-90	Покрытия газотермические упрочняющие и восстанавливающие. Общие требования	
ГОСТ 14.205-83	Технологичность конструкции изделий. Термины и определения	
ГОСТ 18353-79	Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов	Контроль якості конструкцій
ГОСТ 12503-75	Сталь. Методы ультразвукового контроля. Общие требования	
ГОСТ 22727-88	Контроль неразрушающий. Прокат листовой. Методы ультразвукового контроля	
ГОСТ 15.005-86	СРПП. Создание изделий единичного и мелкосерийного производства, собираемых на месте эксплуатации	Виробничі процеси
ГОСТ 15.001.-88	СРПП. Продукция производственно-технического назначения	
ГОСТ 123.002-75	ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности	
ГОСТ 12.1044-89	Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения	

Таблица А.4 – Матеріали для виготовлення елементів біологічного захисту суден і плавучих споруд

Документ	Назва	Призначення матеріалів
ГОСТ 5521-93	Прокат стальної для судостроєння. Технічні умови	Виготовлення сталевих модульних конструкцій; сталеве облицювання модульних конструкцій
ГОСТ 380-2005	Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки	
ГОСТ 5632-72	Стали высоколегированные и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные	
ГОСТ 10885-85	Сталь листовая горячекатаная двухслойная коррозионно-стойкая. Технические условия	
ГОСТ 7350-77	Сталь толстолистовая коррозионно-стойкая, жаростойкая и жаропрочная	
ГОСТ 14637-89	Прокат листовой из углеродистой стали обыкновенного качества	
ГОСТ 19903-74	Сталь листовая горячекатанная	
Стандарт ASTM A36/A36M	Сталь углеродистая, конструкционная	Виготовлення суднових цистерн для зберігання рідких радіоактивних відходів; контейнерів для твердих РАВ
Стандарт ASTM A516/A516M	Листы из углеродистой стали для сосудов, работающих под давлением в условиях умеренных и пониженных температур	
Стандарт ASTM A588/A588M	Сталь высокопрочная и низколегированная конструкционная с минимальным пределом текучести 345 МПа и толщиной до 100 мм	
ГОСТ 7062-90	Поковки из углеродистой и легированной стали, изготовленные ковкой на прессах	

Продовження таблиці А.4

Документ	Назва	Призначення матеріалів
ТУ 14-1-4003-85	Прокат листовий с полимерним покриттям (металлопласт) для судостроєння рулонний. Технические условия	Виготовлення вкладишів у контейнери
ГОСТ 3778-98	Свинец. Технические условия	
ГОСТ 20910-90	Бетоны жаростойкие. Технические условия.	Виготовлення бетонних конструкцій БЗ
ГОСТ 25192-2012	Бетоны. Классификация и общие технические требования	
ГОСТ 27006-86	Бетоны. Правила подбора состава	
ГОСТ 14098-91	Соединения сварные арматуры и закладных деталей железобетонных конструкций	
ГОСТ 7473-94	Смеси бетонные. Технические условия	
ГОСТ 5781-82	Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций	Виготовлення клейової композиції
ТУ 6-48-108-94	Микросферы стеклянные, полые, Новгородский завод стекловолокна (ОАО «НЗСВ»)	
ГОСТ 10587-84	Смолы эпоксидно-диановые неотвержденные. Технические условия	
ГОСТ 13078-81	Стекло натриевое жидкое. Технические условия	Додаткове просочення захисного шару

Таблица А.5 – Матеріали для формування метал-скляного захисного шару
елементів біологічного захисту

Документ	Назва	Призначення матеріалів
ГОСТ 5494-95	Пудра алюминиевая. Технические условия	Вихідні матеріали для виготовлення металоскляних матеріалів і покриттів
ГОСТ 6058-73	Порошок алюминиевый. Технические условия	
ТУ 6-48-108-94	Микросферы стеклянные, полые, Новгородский завод стекловолокна (ОАО «НЗСВ»)	
ГОСТ 24315-80	Посуда и декоративные изделия из стекла. Термины и определения видов стекол, способов выработки и декорирования	
ГОСТ 9541-75	Пластины стеклянные для защиты от рентгеновского излучения. Технические условия	
ГОСТ 2246-70	Проволока сварочная стальная	
ГОСТ 7871-75	Проволока сварочная из алюминия и алюминиевых сплавов	
ГОСТ 1050-88	Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия	Дослідження структури та властивостей вихідних матеріалів
ГОСТ 23402-78	Порошки металлические. Микроскопический метод определения размеров частиц	
ГОСТ 9450-76	Измерение твердости вдавливания алмазных наконечников	
ГОСТ 12.1.044-89	Пожаровзрывоопасность веществ и материалов	
ГОСТ 25645.331-91	Материалы полимерные. Методы радиационных испытаний	

Продовження таблиці А.5

Документ	Назва	Призначення матеріалів
ГОСТ 2999-75	Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Виккерсу	Дослідження структури та властивостей вихідних матеріалів
ГОСТ 25281-82	Металлургия порошковая. Метод определения плотности формовок	
ГОСТ 18898-89	Изделия порошковые. Методы определения плотности, содержания масла и пористости	
ГОСТ 18318-94	Порошки металлические. Определение размеры частиц сухим просеиванием	
ГОСТ 9.304-87	Покрытия газотермические. Общие требования. Методы контроля	Технологія формування металоскляних электродуговых покриттів
ГОСТ 3647-80	Материалы шлифовальные. Классификация. Зернистость и зерновой состав. Методы контроля	
ГОСТ 11964-81	Дробь чугунная и стальная техническая. Общие технические условия.	
ГОСТ 20448-90	Газы углеводородные сжиженные топливные для коммунально-бытового потребления. Технические условия.	
ГОСТ 9.301-86	ЕСЗКС. Покрытия металлические и неметаллические, неорганические. Общие требования	
ГОСТ 9.302-88	ЕСЗКС. Покрытия металлические и неметаллические, неорганические. Методы контроля	
ГОСТ 9.305-84	ЕСЗКС. Покрытия металлические и неметаллические, неорганические. Операции технологических процессов получения покрытий	
ГОСТ 123.002-75	ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности	
ДСТУ 3575-97	Патентные исследования. Основные положения и порядок проведения	
ДСТУ 3278-95	СРПП. Основные термины и определения	

Продовження таблиці А.5

Документ	Назва	Призначення матеріалів
I2555.105.051-86 СК	Обработка термических заготовок, деталей и сварных соединений. Общие технические требования. Правила и методы контроля	
ГОСТ 13344-79	Шкурка шлифовальная тканевая водостойкая. Технические условия	
ГОСТ 28818-90	Материалы шлифовальные из электрокорунда. Технические условия	
ГОСТ 25336-82	Посуда и оборудование лабораторные стеклянные. Типы, основные параметры и размеры	
СанПіН 235-96	Державні санітарні правила для підприємств порошкової металургії	Технологія формування гарячепресованих металоскляних плиток
ГОСТ 123.002-75	ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности	
ГОСТ 1770-74	Посуда мерная лабораторная стеклянная. Цилиндры, мензурки, колбы, пробирки. Общие технические условия	
ГОСТ 17359-82	Порошковая металлургия. Термины и определения	
ДСТУ 3973-2000	СРПП. Правила выполнения научно-исследовательских работ. Общие положения	Проведення наукових досліджень і оформлення роботи
ДСТУ 3575-97	Патентные исследования. Основные положения и порядок проведения	
ДСТУ 3278-95	СРПП. Основные термины и определения	

Таблица А.6 – Випробування матеріалів. Нормативна документація

Документ	Назва	Випробування
ГОСТ 30247.1-94	Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть	Випробування матеріалів та елементів конструкцій на горючість
ГОСТ 30247.1-94	Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость	
ГОСТ 30244-96	Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость	
ГОСТ 21793-76	Определение массы потерь при горении на воздухе	
ДСТУ EN ISO 3651-1:2005	Сталі корозійнотривки. Визначення тривкості до міжкристалітоної корозії. Частина 1. Аустенітні та ферито-аустенітні (двохфазні) сталі. Випробування на корозії у середовищі азотної кислоти визначенням втрати маси	Випробування матеріалів і покриттів на корозійну стійкість у хімічно активних середовищах
ДСТУ EN ISO 3651-1:2005	Сталі корозійнотривки. Визначення тривкості до міжкристалітоної корозії. Частина 1. Аустенітні та ферито-аустенітні (двохфазні) сталі. Випробування на корозії у сірчаноокислих середовищах	
ГОСТ 5272-68	Коррозия металов. Термины	
ГОСТ 13819-68	ЕСКЗ. Металлы и сплавы. Десятибальная шкала коррозионной стойкости	
ГОСТ 25535-82	Изделия из стекла. Методы определения термической стойкости	Випробування металоскляних покриттів на термостійкість
ГОСТ 7875-56	Огнеупорные изделия. Метод определения термической стойкости	
ГОСТ 18898-89	Изделия порошковые. Методы определения плотности, содержания масла и пористости	Визначення властивостей композиційних матеріалів

Продовження таблиці А.6

Документ	Назва	Випробування
ГОСТ 15139-69	Пластмассы. Методы определения плотности (объемной массы)	
ГОСТ 2409-95	Огнеупоры. Метод определения кажущейся плотности, открытой и общей пористости, водопоглощения	
ГОСТ 4650-80	Пластмассы. Методы определения водопоглощения	
ДСТУ ISO6507-1:2007	Матеріали металеві: Визначення твердості за Віккерсом. Частина 1. Метод випробування	Дослідження структури та механічних властивостей сталевих зразків
ГОСТ 1497-84	Металлы. Методы испытаний на растяжение	
ГОСТ 5639-82	Стали и сплавы. Методы выявления величины зерна	
ГОСТ 9450-76	Измерение микротвердости вдавливанием алмазных наконечников	Визначення механічних властивостей металоскляних матеріалів і покриттів
ГОСТ (ISO 9385:1990, IDT)	Стекло и изделия из него. Метод определения твердости	
ГОСТ 14760-69	Клеи: Метод определения прочности при отрыве	
ГОСТ 6996-66	Сварные соединения. Методы определения механических свойств	

Таблица А.7 – Матеріали для виготовлення та ремонту деталей запірної арматури вантажних систем

Документ	Назва	Призначення матеріалів
ГОСТ 1050-88	Сталь качественная и высококачественная. Сортовой и фасонный прокат, калиброванная сталь. Часть 1.	Матеріал для запірної арматури вантажних систем
ГОСТ 25054-81	Поковки из коррозионно-стойких сталей и сплавов	
ТУ 14-22-91-95	Порошок баббита ПР-Б83. Технические условия	Вихідні матеріали для формування покриттів
ГОСТ 28377-89	Порошки для газотермического напыления и наплавки. Типы	
ГОСТ 860-75	Олово. Технические условия	
ГОСТ 21930-76	Припой оловянно-свинцовые в чушках	
ГОСТ 1320-74 (ИСО 4383-91)	Баббиты оловянные и свинцовые. Технические условия	
ГОСТ 1639-78	Лом и отходы цветных металлов и сплавов. Общие технические условия	Підготовка електроліту
ГОСТ 6-09-05-1453-94	Олово сернокислосое. Технические условия	
ГОСТ 17325-79	Пайка и лужение. Основные термины и определения	
ГОСТ 2184-77	Кислота серная техническая. Технические условия	
ГОСТ 3252-80	Клей мездровый. Технические условия	
ГОСТ 8433-81	Вещества вспомогательные ОП-7 и ОП-10. Технические условия	Підготовка поверхні виробів
ГОСТ 13344-79	Шкурка шлифовальная тканевая водостойкая. Технические условия	
ГОСТ 28818-90	Материалы вспомогательные из электрокорунд. Технические условия.	Виробничі процеси
ГОСТ 12.2063-81 ССБТ	Арматура промышленная трубопроводная. Общие требования безопасности	

ДОДАТОК Б

ПОСТАНОВКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Б.1 Схеми і обладнання для експериментальних досліджень



Рисунок Б.1 – Кульовий млин для здрібнення скляного бою

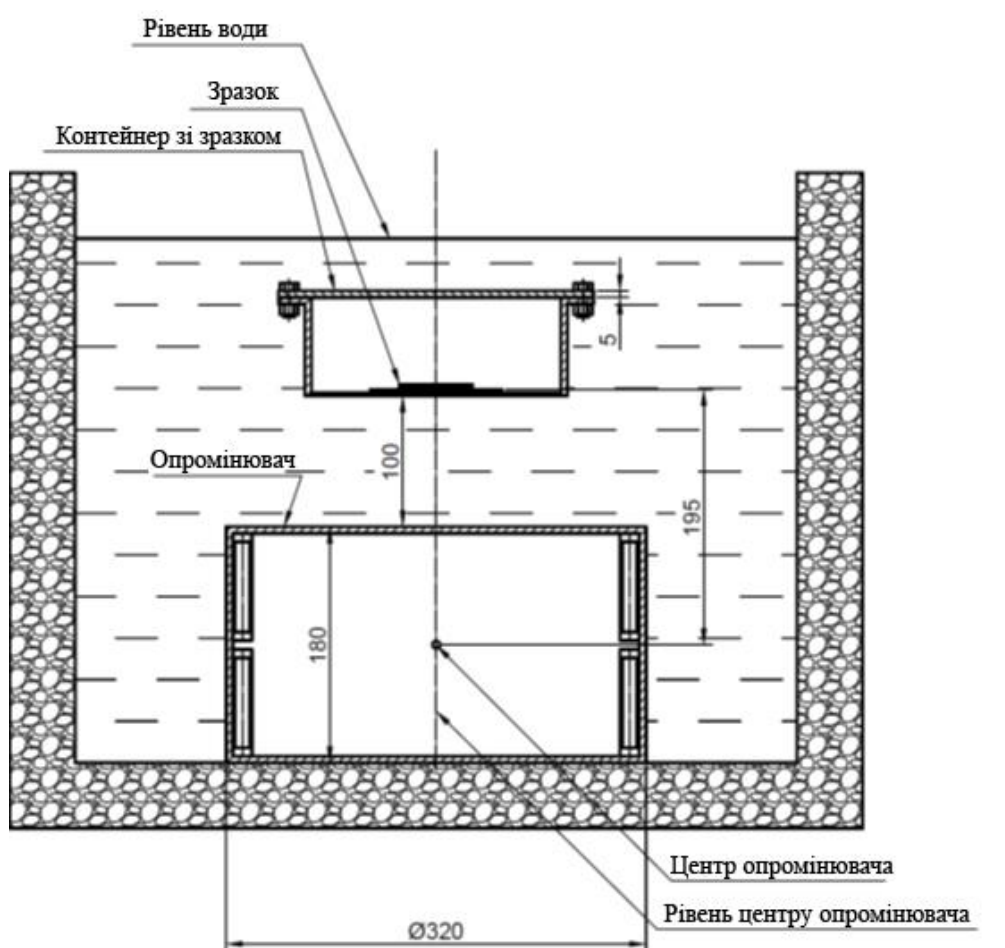


Рисунок Б.2 – Схема опромінення зразків γ -випромінювань Co^{60}

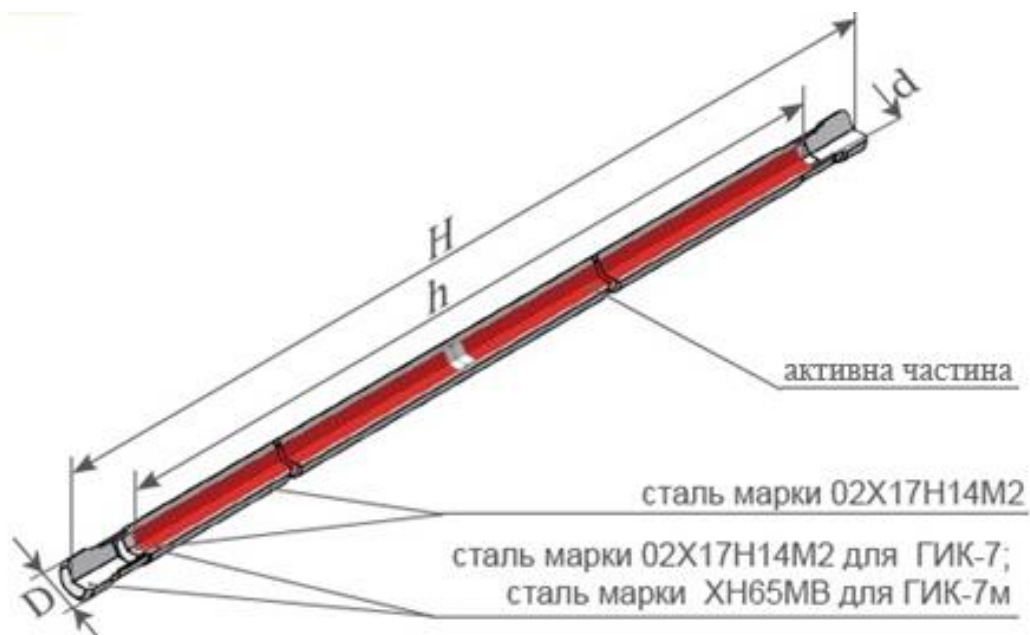


Рисунок Б.3 – Джерело випромінювань типу ГИК-7 (виробництво заводу радіоактивних ізотопів ФГУП «Производственное объединение Маяк», РФ)

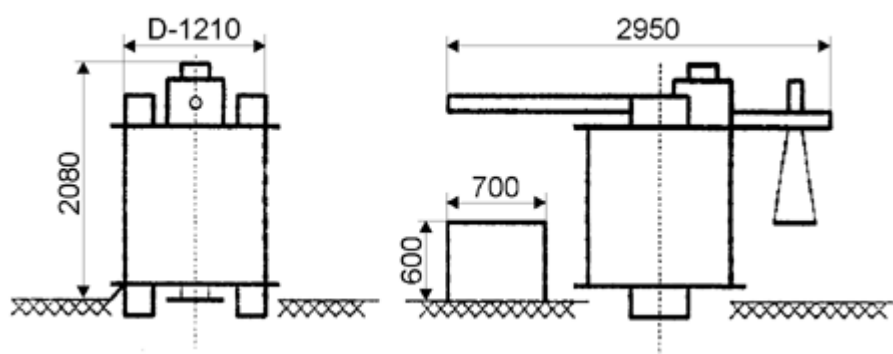


Рисунок Б.4 – Прискорювач електронів ИЛУ-6 (розробник ІЯФ ім. Г. І. Будкера СВ РАН, РФ)

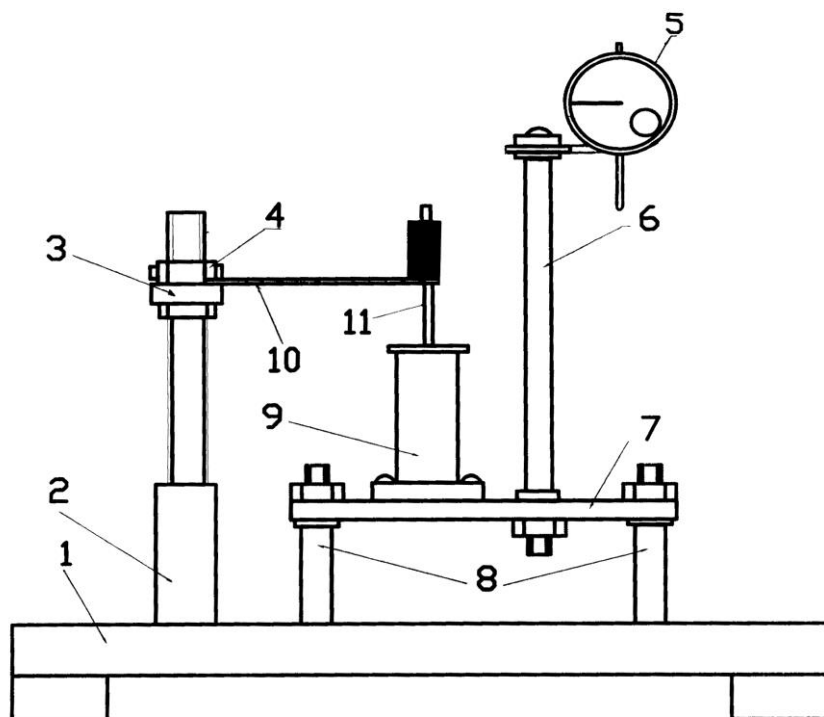


Рисунок Б.5 – Експериментальна установка для дослідження демпфівувальних властивостей: 1 – основа; 2, 6, 8 – стояк; 3 – жорстка планка; 4 – затискач; 5 – індикатор; 7 – стіл; 9 – котушка індуктивності; 10 – дослідний зразок; 11 – феромагнітний стрижень з тягарцем

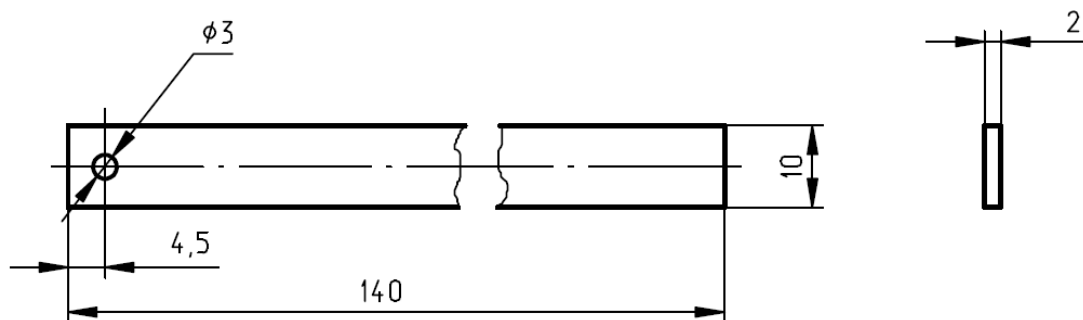


Рисунок Б.6 – Зразок для досліджень демпфівувальних властивостей



Рисунок Б.7 – Вимірювач теплопровідності ИТ-Л-400

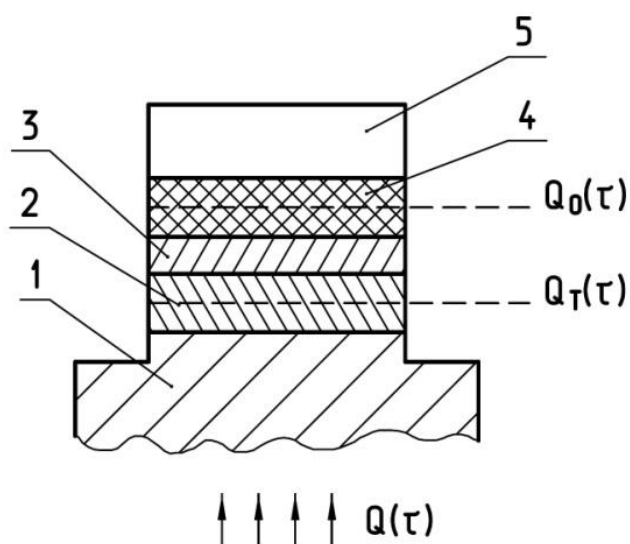


Рисунок Б.8 – Теплова схема вимірювання коефіцієнта теплопровідності за допомогою ИТ-Л-400:

1 – основа приладу; 2 – пластина; 3 – пластинка контактна; 4 – дослідний зразок; 5 – стрижень

Б.2 Методика досліджень рентгенозахисних властивостей

1 Об'єкт і мета випробувань

1.1 Згідно з методикою випробуванням підлягають композиційні матеріали і покриття, які використовуються для захисту конструкції від дії іонізуючих випромінювань, зокрема рентгенівських.

1.2 Метою випробувань є визначення рентгенозахисних властивостей композиційних матеріалів і покриттів.

2. Терміни та визначення

2.1 Іонізуюче випромінювання (ІВ) – потік частинок або квантів електромагнітного випромінювання, взаємодія якого з речовиною призводить до іонізації та збудження його атомів і молекул.

2.2 Рентгенівське випромінювання (РВ) – електромагнітні хвилі, енергія фотонів яких лежить на енергетичній шкалі між ультрафіолетовим випромінюванням і гамма-випромінюванням.

2.3 Інтенсивність потоку РВ (I) – величина, пропорційна квадрату напруги між анодом і катодом до атомного номеру речовини анода і сили струму.

2.4 Рентгенозахисні характеристики матеріалів і покриттів – фізичні показники, які визначають ефективність застосування певного матеріалу (або покриття) в умовах РВ для захисту об'єкта (конструкції, людини тощо).

2.4.1 *Кратність випромінювання* (K_0) – безрозмірна величина, яку визначають експериментально як співвідношення інтенсивності потоку перед зразком I_0 до інтенсивності потоку за дослідним зразком I :

$$K_0 = \frac{I_0}{I} \quad (1)$$

2.4.2 *Лінійний коефіцієнт послаблення РВ* (μ) – величина, яка кількісно характеризує відносну частку енергії квантів випромінювання, що витрачається у матеріалі з товщиною шару $\delta = 1$ см внаслідок поглинання або розсіювання, тобто визначає зменшення потоку інтенсивності випромінювання при

проходженні РВ через 1 см. Лінійний коефіцієнт послаблення РВ (см^{-1}) визначається, виходячи із закону Бера–Ламберта

$$I = I_0 e^{-\mu \delta} \quad (2)$$

2.4.3 *Масовий коефіцієнт послаблення РВ* ($\mu_{\text{мас}}$) – величина, яка визначається як відношення лінійного коефіцієнта послаблення рентгенівського випромінювання μ до щільності ρ композиційного матеріалу або покриття:

$$\mu_{\text{мас}}^* = \frac{\mu}{\rho} \quad (3)$$

2.4.4 *Товщина шару половинного поглинання* $\delta_{\text{кр}}$ – товщина захисного матеріалу, необхідна для зменшення інтенсивності випромінювання вдвічі:

$$\delta_{\text{кр}} = \frac{1}{\mu} \ln 2 \quad (4)$$

2.4.5 *Свинцевий еквівалент* $\delta_{\text{рб}}$ – показник захисних властивостей матеріалу по відношенню до іонізуючого випромінювання; виражається товщиною шару свинцю, що забезпечує при заданих умовах такий самий протипроменевий захист, як і розглянутий матеріал.

2.4.6 *Питомий свинцевий еквівалент* $\delta'_{\text{рб}}$ – величина, яка дорівнює свинцевому еквіваленту $\delta_{\text{рб}}$, віднесеному до товщини зразка

$$\delta'_{\text{рб}} = \frac{\delta_{\text{рб}}}{\delta} \quad (5)$$

2.4.7 *Пористість* – відношення сумарного об'єму пор у матеріалі до його загального об'єму.

2.4.8 *Уявна густина (щільність) зразка композиційного, порошкового матеріалу (або покриття)* – відношення маси матеріалу до його повного геометричного об'єму, з урахуванням усіх пор і порожнин.

З Умовні позначення

- I_0 – інтенсивність падаючого потоку, імп/с;
- I – інтенсивність потоку за зразком, імп/с;
- K_0 – кратність послаблення РВ;
- μ – лінійний коефіцієнт послаблення (поглинання) випромінювання, см^{-1} ;

- $\mu_{\text{мас}}^*$ – масовий коефіцієнт послаблення (поглинання), $\text{см}^2/\text{г}$;
- $\delta_{\text{кр}}$ – товщина половинного поглинання, см ;
- $\delta_{\text{Рб}}$ – свинцевий еквівалент, см ;
- $\delta'_{\text{Рб}}$ – питомий свинцевий еквівалент;
- ρ – густина композиційного матеріалу або покриття, $\text{г}/\text{см}^3$;
- δ – товщина послаблюючого шару матеріалу або покриття, см ;
- P – пористість, %.

4 Загальні положення

4.1 Випробування проводяться на базі устаткування лабораторії кафедри матеріалознавства і технології металів Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова (м. Миколаїв).

4.2 Рентгенівські випромінювання є сукупністю гальмівного та характеристичного випромінювання, діапазон енергії фотонів яких складає $1 \text{ кеВ} \dots 1 \text{ МеВ}$. Рентгенівські випромінювання повністю не поглинаються, а лише послаблюються у певну кількість разів.

4.3 Розроблений метод визначає властивості, які характеризують здатність матеріалів та покриттів послаблювати дію рентгенівських випромінювань у певну кількість разів.

4.4 Розроблений метод може бути використаний на попередніх етапах досліджень з метою відбору зразків матеріалів та покриттів, які надалі підлягають більш детальним дослідженням.

4.5 Метод може бути використаний для якісного порівняння різновидів матеріалів (або покриттів), а також рентгенозахисних властивостей зразків, виготовлених за різними технологіями.

4.6 Метод не враховує радіаційну стійкість та радіаційну пошкоджуваність матеріалів.

5 Обладнання, матеріально-технічні і метрологічні засоби

5.1 На період випробувань потрібні наступні матеріально-технічні і метрологічні засоби:

5.1 Рентгенівська установка ДРОН-3 (ГОСТ 24745-81);

5.2 Трубка БСВ-24 з мідним анодом $Cu_{k\alpha} = 1,5417$ (ГОСТ 13049-67)

5.3 Терези лабораторні (ГОСТ 24104–2001);

5.4 Штангенциркуль (ГОСТ 166-89).

6 Вимоги безпеки

6.1 До проведення випробувань допускаються особи, що мають право обслуговувати рентгенівську установку ДРОН-3.

6.1.1 Захист від ураження електричним струмом забезпечується захисним огородженням та системами блокування.

6.1.2 Гранично допустима доза випромінювання має бути не більше, ніж 5 бер за рік, що відповідає 0,1 Р за тиждень або потужності дози близько 3 мР/год. Природний фон не повинен перевищувати 0,1 бер/рік.

6.1.3 Безпечні від дії випромінювання умови праці забезпечуються захисним обладнанням сучасної апаратури, необхідними організаційно-технічними заходами і суворим виконанням працівниками правил техніки безпеки. Організаційно-технічні заходи включають в себе правильне розміщення і встановлення обладнання, а також додаткове обладнання для захисту працівників від опромінення відповідно до конструкції апаратури й особливостей установки зразків для даної конкретної задачі; визначення за допомогою дозиметрів безпечних зон і зон підвищеної небезпеки біля апарата; періодичний дозиметричний контроль; складання робочих інструкцій, правил техніки безпеки; проведення заходів з ліквідації аварійної ситуації; спеціальне навчання і періодичне проведення профогляду.

6.1.4 Робота на апаратах з відключеним або знятим захисним обладнанням суворо заборонена.

6.1.5 При налаштуванні апарата, а саме при установці зразка і фокусуванні випромінювання, необхідно дотримуватись загальних вимог безпеки. Вікна трубки, якщо вони не використовуються, повинні бути закриті спеціальними засувками, встановленими на кожусі трубки.

6.1.6 При установці камери і зразка під пучком флюористивний екран на виході променів з камери повинен бути закритий свинцевим склом. Око

працівника при налаштуванні, не повинно попадати під прямий рентгенівський пучок.

6.2 Безпечне проведення робіт у процесі випробувань і досліджень забезпечується справністю усіх вузлів устаткування.

7 Вихідні дані

Вихідні дані для дослідження рентгенозахисних властивостей можуть бути визначені експериментально за представленими нижче методиками.

7.1 До вихідних даних для розрахунку відносяться:

7.1.1 Значення уявної густини (щільності) зразка композиційного матеріала (покриття) ρ , кг/см³.

7.1.2 Значення товщини зразка δ , см

7.2 Властивості напилених покриттів визначаються без підкладки.

8 Експериментальне визначення початкових даних

8.1 Уявну густину (щільність) порошкового матеріалу і напилених покриттів визначають за допомогою гідростатичного зважування за методикою [4].

8.2 Уявну густину (щільність) полімерних композиційних матеріалів визначають за допомогою гідростатичного зважування за методикою [5].

8.3 Товщину зразків визначають за допомогою штангенциркуля.

9 Зразки для випробувань

9.1 Перед початком досліджень зразків нових композиційних матеріалів і покриттів як еталон слід застосовувати зразок листового свинцю марки С0 (ГОСТ 3778-98) щільністю 11340 кг/м³ і товщиною 10 мм.

9.2 Зразки для дослідження та випробувань повинні бути циліндричної форми діаметром 15...20 мм та висотою 100...500 мм.

9.3 Зразки повинні мати рівну поверхню без сколів, тріщин та рівномірної пористості, що визначається візуально.

9.4 Кількість зразків для випробувань в однакових умовах навантажень повинна становити не менше трьох.

10 Обсяг випробувань

10.1 Склад випробувань

10.1.1 До початку випробувань відповідальний виконавець перевіряє:

- наявність зразків, устаткування і документів (бланків протоколів випробувань та актів дослідницьких випробувань);
- готовність обладнання;
- виконання вимог по техніці безпеки.

10.1.2 Виконавцем визначаються щільність та товщина дослідних зразків.

10.1.3 Випробування здійснюються за наступними зовнішніми умовами:

- температура навколишнього середовища $T = (20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- відносна вологість $\psi = (65 \pm 5) \%$;
- атмосферний тиск $P_{\text{атм}} = (84 \dots 107) \text{ кПа}$.

10.1.4 Результати випробувань заносяться у таблицю Б.1

Таблиця Б.1 – Результати випробувань зразків

№	Матеріал	ρ , г/см ³	δ , см	Інтенсивність пучка, імп/с	
				перед зразком I_0	за зразком I
1					
2					

10.2 Схема випробувань

10.2.1 Випробування здійснюються за наступною схемою

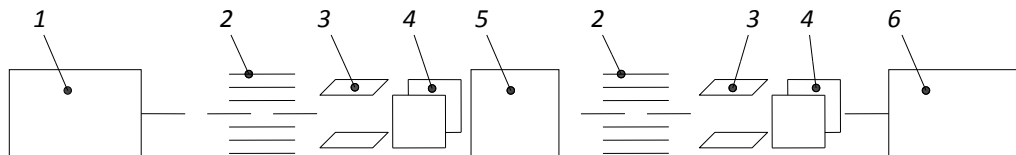


Рисунок Б.9 – Схема проведення експерименту: 1 – джерело рентгенівського випромінювання БСВ-24-Си; 2 – щілини Соллера; 3 – горизонтальні щілини; 4 – вертикальні щілини; 5 – дослідний зразок; 6 – пропорційний лічильник

10.2.2 Вимірювання здійснюються на наступних режимах трубки:

- напругення $U = 15 \dots 20$ кВ;
- струм накаливання $J = 8 \dots 12$ мА;
- експозиційна доза $D = 10^5$ Р/хв.;
- час експозиції $\tau = 1$ хв.

10.3 Обробка даних

10.3.1 На підставі одержаних даних щодо інтенсивності випромінювання до зразка I_0 та за зразком I розраховуються значення лінійного коефіцієнта μ послаблення РВ; масового коефіцієнта $\mu_{\text{мас}}^*$ послаблення рентгенівського випромінювання та товщини шару $\delta_{\text{кр}}$ половинного поглинання .

10.3.2 Значення лінійного коефіцієнта μ послаблення РВ визначається за формулою (2).

10.3.3 Значення масового коефіцієнта $\mu_{\text{мас}}^*$ послаблення РВ визначається за формулою (3).

10.3.4 Значення товщини шару $\delta_{\text{кр}}$ половинного поглинання визначається за формулою (4).

10.3.5 Результати розрахунків заносяться у таблицю Б.2

Таблиця Б.2 – Результати розрахунків рентгенозахисних властивостей

№	Матеріал	μ , см ⁻¹	$\mu_{\text{мас}}^*$, см ² /г	$\delta_{\text{кр}}$, см
1				
2				

11 Нормативні посилання

1 ГОСТ 166-89. Штангенциркули. Технические условия.

2 ГОСТ 6709-72. Вода дистиллированная. Технические условия.

3. ГОСТ 24102-2001. Весы лабораторные общего назначения образцовые.

4. ГОСТ 18898-89. Изделия порошковые. Методы определения плотности, содержания масла и пористости.

5 ГОСТ 15139. Пластмассы. Методы определения плотности (объемной массы).

ДОДАТОК В

УСТАНОВКА ДЛЯ ТЕРМОДЕФОРМАЦІЙНИХ

ПРОЦЕСІВ ФОРМУВАННЯ МАТЕРІАЛІВ

Інструкція з експлуатації

1 Призначення

1.1 Установку призначено для спікання металевих та неметалевих порошків, а також їх сумішей під тиском або у вільному стані, формування порошкових покриттів на поверхні виробів, деформації порошків як у холодному, так і розігрітому стані, допресування шарів при формуванні композиційних матеріалів.

1.2 Установку розроблено на основі технічного завдання № 1852 від 25.12.2011 р.

1.3 Установка може бути застосована у дослідницьких цілях та навчальному процесі.

2 Технічна характеристика

2.1 Загальна характеристика установки

Габаритні розміри установки

висота	600 мм
ширина	410 мм
глибина	350 мм

Тип печі	шахтна
Максимальна температура печі	900 °C
Максимальний тиск пресування	50 МПа

2.2 Технічні характеристики печі

Номінальна потужність при розігріванні	2,0 кВт
Номінальна потужність для підтримки температури	1,5 кВт
Максимальна температура	900 °C
Напруження в електричній мережі	220 В
Число фаз	1
Робоче середовище	повітря
Розміри робочого простору	
діаметр	100 мм
висота	170 мм

3 Комплектність

3.1 Вимірювальні прилади:

- мілівольтметр регулюючий типу Ш4501 – призначений для регулювання температури в печі
- реле типу РЭС6 з контактами, які забезпечують комутацію кіл з напругою 220 В при струмі до 0,2 А;
- автомат захисний типу АЕ-2026 на 5 А;
- індикатор часового типу ИЧ-2 – призначений для вимірювань усадки протягом процесу спікання;
- секундомір

3.2 Комплект силових пружин

Зусилля пресування передається через силові пружини, відтаровані на різні зусилля; їх характеристики наведені у таблиці В.1.

Таблица В.1 – Параметры силовых пружин

№	Матеріал проволочки	d дроту, мм	Кількість витків	Крок, мм	$P_{\max}$, Н
1	60С2А (ГОСТ 14963-78)	6	8	6	480
2	60С2А (ГОСТ 14963-78)	3,5	5	5	320
3	65Г (ГОСТ 9389-75)	2,5	8	5	240
4	65Г (ГОСТ 9389-75)	3,5	4	21	180

3.3 Комплект прес-форм

Процеси деформування і спікання порошків здійснюються у прес-формах, матеріал і геометричні розміри (діаметр D , висота H , товщина стінки δ) яких наводяться у таблиці В.2.

Таблиця В.2 – Матеріал і геометричні розміри прес-форм

№	Матеріал	D , мм	H , мм	δ , мм
1	X18H9T (ГОСТ 5632-72)	31	50	10
2	X18H9T (ГОСТ 5632-72)	50	59	29
3	Корундовий тигель (ГОСТ 19908-90)	49	58	10
4	МПГ-6 (ТУ 48-4807-29700)	45	49	24
5	МПГ-6 (ТУ 48-4807-29700)	50	31	33

3.4 Комплект кришок для проведення дослідницьких робіт

Технологічна кришка – 1 шт.

Термостійке скло (1 шт) – $d = 120$ мм, $\delta = 15$ мм.

4 Будова та принцип роботи

Установка складається із шахтної лабораторної печі електроопору вертикального завантаження з номінальною температурою до $900\text{ }^{\circ}\text{C}$ та окиснювальною атмосферою, блока управління та механічного пресуючого пристрою.



Рисунок В.1 – Експериментальна установка

Блок управління призначений для автоматичної підтримки температури і складається із мілівольтметра регулюючого типу, тиристора, вимикача та двох сигнальних ламп, які сповіщають про процеси підйому і підтримки температури.

Циліндричний корпус виконаний із нержавіючої сталі, внутрішній простір складається зі спеченої кераміки та являє собою трубчастий циліндр, у гвинтових канавках якого розташовано ніхромову електричну спіраль. Керамічна кришка печі з діаметром 140 мм з отвором під шток при виконанні дослідницьких робіт може зніматися, замість неї встановлюється екран з термостійкого скла, через яке можна спостерігати за процесами розм'якшення, розплавлення та температурної деформації порошків.

Механічний пресуючий пристрій складається з траверзи, яка опирається на силові штанги і в якій розміщується навантажувальний гвинт, керамічного штока і комплекта силових пружин. Тиск пресування задається навантажувальним гвинтом та передається через пристрій з тарованою пружиною на керамічний шток та пуансон прес-форми, величина стискання пружини контролюється за допомогою спеціальної лінійки, що дозволяє підтримувати задану величину протягом усього процесу. Також для контролю стискання пружини конструкцією пресуючого пристрою передбачається індикатор часового типу.

5 Розміщення і монтаж

Установка повинна розміщуватися на столі або підставці у місці, яке не зазнає поштовхів чи вібрацій, з урахуванням особливостей планування лабораторії, вимог зручності ремонту та обслуговування.

6 Техніка безпеки

6.1 Перед включенням у мережу піч необхідно заземлити.

6.2 Безпека роботи обладнання забезпечується у відповідності до

ГОСТ 12.1.019-79, ГОСТ 12.2.007.0-75

6.3 Забороняється:

- використовувати установку не за призначенням;
- включати піч без заземлюючого корпусу;
- експлуатувати піч при температурі вище ніж 900 °С;
- розміщувати у робочому просторі включеної печі металеві деталі та заготовки без прес-форми, щоб запобігти замиканню з нагрівального елемента, який розміщується у канавках;
- торкатися термопари, а також струмонесучих частин блока управління;
- працювати при виявленні несправності; продовжити роботу дозволяється тільки після усунення причин, які призводять до несправностей;
- самовільно виконувати будь-які техніко-конструкторські зміни.

6.4 Прес-форми, пуансони, прокладки та інші елементи оснащення й установки після процесу спікання можуть мати високу температуру, тому протягом роботи слід використовувати щипці і термостійкі рукавиці.

7 Підготовка до роботи

7.1 Підготовку установки до Пуску починають з технологічного огляду.

7.2 Перед початком роботи необхідно переконавшись у повній справності механічного пресуючого пристрою.

7.3 Необхідно звернути увагу на цілісність контрольно-вимірювальних приладів, нагрівальних елементів і футерівки печі.

7.4 Робочий цикл складається з виготовлення формувальної суміші, збирання установки і процесу гарячого пресування, що відбувається у наступній послідовності:

7.4.1 Виготовлення формувальної суміші – здійснюють відповідно до рецептури, передбаченої технологічним процесом.

7.4.2 Засипання формувальної суміші у прес-форму, фіксування висоти засипки.

7.4.3 Установка прес-форми по центру робочого простору печі.

7.4.4 Установка в отвір по правій стінці печі термopари, яка з'єднується з мілівольтметром Ш4501.

7.4.5 Установка керамічного штока з кришкою з механічним пристосуванням.

7.4.6 Установка силової пружини.

7.4.7. Прикладання тиску пресування за допомогою навантажувального гвинта (для випадку спікання під тиском або деформування порошків).

7.4.8 Для гарячого пресування необхідно встановити механічний пресуючий пристрій.

7.4.9 Для виконання дослідницьких робіт або лабораторного практикуму керамічна кришка може зніматися, замість неї може бути встановлено термостійке скло.

7.4.10 Для виконання дослідницьких робіт можна застосовувати технологічну кришку з отвором для додаткової контрольної термopари.

7.4.11 Включити установку у мережу.

7.4.12 За допомогою приладу Ш4501 задати температуру проміжного прогрівання печі.

7.5.12 За допомогою автоматичного вимикача включити електропіч, при цьому загориться лампочка «Мережа».

7.5.13 Після виходу печі на режим проміжного прогрівання для випадку гарячого пресування прикладається необхідний тиск.

7.5.14 Встановити час проміжного прогрівання.

7.5.15 Встановити температуру ізотермічної витримки.

7.5.16 При виконанні дослідницьких робіт контроль усадочних процесів проводиться за допомогою індикатора часового типу ИЧ-2.

7.5.17 Встановити час ізотермічної витримки.

7.5.18 По закінченні часу ізотермічної витримки за допомогою вимикачу відключити живлення.

Увага! Відключення печі виконується тільки після виключення синьої лампи.

7.5 Порядок установки механічного пристрою показаний на рис. В.2.



Рисунок В.2 – Прикладання тиску пресування

8. Особливості експлуатації та порядок роботи

8.1 В печі як нагрівальний елемент використовується ніхромовий дріт марки Х20Н80 діаметром 1,2 мм, розташований у гвинтових канавках керамічного циліндра, для якого максимально допустима температура складає 1100 °С, опір з вихідними кінцями 18...19 Ом; довжина вихідних кінців, скручених удвічі – 260 і 360 мм. Слід пам'ятати, що при роботі на максимальному режимі при температурі 900 °С нагрівальний дріт працює на межі допустимої температури, перевищення якої не допустимо, оскільки навіть незначне перевищення температури значно скорочує термін служби нагрівального елемента. Не рекомендується при роботі на максимальному режимі використовувати піч без термопар.

8.2 У процесі роботи електропечі на блоці управління за допомогою сигнальних ламп відображається інформація про процес нагрівання: червона сигнальна лампа оповіщає про включення печі в мережу, синя – про процес нагрівання.

8.3 Оскільки нагрівання формувальної суміші у прес-формі (сталевій або графітовій) відбувається через товщу стінки прес-форми, слід враховувати перепад температури та різницю у показаннях приладу Ш4501 та ртутного термометра, які розміщують безпосередньо у формувальну суміш у процесі термометрування.

9 Технічне обслуговування та ремонт

9.1 Всі ремонтні та монтажні роботи виконуються при вимкнутій із мережі печі.

9.2 Кожні шість місяців необхідно виконувати перевірку на справність усіх механічних елементів, які піддаються інтенсивному зношуванню.

9.3 Кожні шість місяців необхідно проводити перевірку на справність електричних елементів установки.

9.4 У випадку виходу з ладу нагрівального елемента він замінюється новим.

9.5 При виконанні налагоджувальних і ремонтних робіт верхня траверза установки знімається, механічний пресуючий пристрій демонтується.

10 Можливі несправності та методи їх усунення

10.1 Дефекти та механічні пошкодження установки виявляють за допомогою візуального огляду та з застосуванням оптичних приладів зі збільшенням не більше 10.

10.2 Характерні види несправностей, їх причини та способи усунення наведено у табл. В.3.

Таблиця В.3 – Характерні види несправностей,
їх причини та способи усунення

Несправність	Причина	Спосіб усунення
При включенні автоматичного вмикача електропіч не працює	1. Немає живлення 2. Перегорів нагрівальний елемент	1. Перевірити живлення 2. Замінити нагрівальний елемент
Не горить сигнальна лампа	1. Поганий контакт 2. Перегоріла лампа	1. Провірити контакт 2. Замінити лампу
Не працює автоматика	1. Перегорів запобіжник 2. Обірваний термоперетворювач	1. Замінити запобіжник 2. Замінити термоперетворювач
Нерівномірне температурне поле	Порушення вимог до встановлення швидкості нарівнювання	Термометрування робочого простору печі

11 Нормативна документація

ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»

ГОСТ 12.2.007.0-75 «Изделия электротехнические. Общие требования безопасности»

ГОСТ 17359-82 «Порошковая металлургия. Термины и определения»

ГОСТ 3.1412-87 «ЕСТД. Требования к оформлению документов на технологические процессы изготовления изделий методом порошковой металлургии»

ДОДАТОК Г
ТЕКСТИ КОМП'ЮТЕРНИХ ПРОГРАМ

Г.1 Текст программы «*PROTECTIVE COATINGS DATA*»

```

/// File ../html/core/add_edit_characteristics_class.php
<?php
class add_edit_characteristics extends characteristic {

    public $Action;

    public $isInputChisloVisible = true;
    public $isInputChislo_minVisible = true;
    public $isInputChislo_maxVisible = true;
    public $isInputStrokaVisible = true;

    public function __construct($a_host, $a_user, $a_password, $a_db ,
$a_charset){
        parent::__construct($a_host, $a_user, $a_password, $a_db , $a_charset);
    }

    public function getFieldsByCharacteristic_id() {
        if( $this->id != '' ) {
            if ( $result = $this->mysqli->query("SELECT
id,наименование,Обозначение,Число,Число_min,Число_max,Строка,Сущность_id,Типдан
ных_id,Размерность_id,Множитель_10_id
FROM Характеристика WHERE id='$this->id'")) {
                if ($result->num_rows == 1)
                    while ($row = $result->fetch_assoc()) {
                        $this->id = $row[id];
                        $this->Naimenovanie = $row[наименование];
                        $this->Oboznachenie = $row[Обозначение];
                        $this->Chislo = $row[Число];
                        $this->Chislo_min = $row[Число_min];
                        $this->Chislo_max = $row[Число_max];
                        $this->Stroka = $row[Строка];
                        $this->Suschnost_id = $row[Сущность_id];
                        $this->TipDannyh_id = $row[Типданных_id];
                        $this->Razmernost_id = $row[Размерность_id];
                        $this->Mnozitel_10_id = $row[Множитель_10_id];
                    }
                $result->close();
            }
        }

        public function culcvisibility() {
            if ($this->TipDannyh_id == "1") {
                $this->isInputChisloVisible = true;
                $this->isInputChislo_minVisible = false;
                $this->isInputChislo_maxVisible = false;
                $this->isInputStrokavVisible = false; }
            else if ($this->TipDannyh_id == "2") {
                $this->isInputChisloVisible = false;
                $this->isInputChislo_minVisible = true;
                $this->isInputChislo_maxVisible = true;
                $this->isInputStrokavVisible = false; }
            else if ($this->TipDannyh_id == "3") {
                $this->isInputChisloVisible = false;
                $this->isInputChislo_minVisible = false;
                $this->isInputChislo_maxVisible = false;
                $this->isInputStrokavVisible = true; }
            else {
                $this->isInputChisloVisible = false;
                $this->isInputChislo_minVisible = false;
                $this->isInputChislo_maxVisible = false;
                $this->isInputStrokavVisible = false; }
        }

        public function htmlHiddenInput() {
            $this->culcvisibility();
            if ($this->isInputChisloVisible == false)
                echo "<input id=\"Chislo\" name=\"Chislo\" type=\"text\" value=\"\$this-
>Chislo\" hidden />";
        }
    }
}

```

```

        if ($this->isInputChislo_minVisible == false)
            echo "<input id=\"Chislo_min\" name=\"Chislo_min\" type=\"text\"
value=\"\$this->Chislo_min\" hidden />";
        if ($this->isInputChislo_maxVisible == false)
            echo "<input id=\"Chislo_max\" name=\"Chislo_max\" type=\"text\"
value=\"\$this->Chislo_max\" hidden />";
        if ($this->isInputStrokaVisible == false)
            echo "<input id=\"Stroka\" name=\"Stroka\" type=\"text\" value=\"\$this-
>Stroka\" hidden />";
    }

    public function htmlTrVisibleInput() {
        $this->culcVisibility();
        $suffics = $this->getSuffics();
        if ($this->isInputChisloVisible) {
            echo <<<CHISLO
            <tr><td> <label for="Chislo">Значение</label> </td>
            <td> <input id="Chislo" name="Chislo" type="text" value="\$this-
>Chislo" /> , $suffics </td> </tr>
CHISLO;
            if ($this->isInputChislo_minVisible) {
                echo <<<CHISLO_MIN
                <tr><td> <label for="Chislo_min">Значение_min</label> </td>
                <td> <input id="Chislo_min" name="Chislo_min" type="text"
value="\$this->Chislo_min" /> , $suffics </td> </tr>
CHISLO_MIN;
            }
            if ($this->isInputChislo_maxVisible) {
                echo <<<CHISLO_MAX
                <tr><td> <label for="Chislo_max">Значение_max</label> </td>
                <td> <input id="Chislo_max" name="Chislo_max" type="text"
value="\$this->Chislo_max" /> , $suffics </td> </tr>
CHISLO_MAX;
            }
            if ($this->isInputStrokaVisible) {
                echo <<<STROKA
                <tr><td> <label for="Stroka">Строка</label> </td>
                <td> <input id="Stroka" name="Stroka" type="text" value="\$this-
>Stroka" /> </td> </tr>
STROKA;
            }
        }

        public function request() {
            haracteristic::request();
            $this->Action = $_REQUEST['Action'];
        }

        public function action() {
            if ( $this->Action == 'Добавить')
                $this->add();
            else if ( $this->Action == 'Обновить')
                $this->update();
            else if ( $this->Action == 'Удалить')
                $this->delete();
            else if ( $this->Action == 'Характеристика')
                $this->getFieldsByHaracteristic_id();
        }

        public function add() {
            if ($this->TipDannyh_id == "1")
                if( $this->mysqli->query("INSERT INTO Характеристика
(Наименование,Обозначение,Число,
Сущность_id,Типданных_id,Размерность_id,Множитель_10_id)
VALUE ('\$this->Naimenovanie','\$this->Oboznachenie',\$this->Chislo,
\$this->Suschnost_id,\$this->TipDannyh_id,\$this->Razmernost_id,\$this-
>Mnozitel_10_id)")
                ) $this->tag("h1","ADDED");
            else $this->tag("h1","Not ADDED");
            else if ($this->TipDannyh_id == "2")
                if( $this->mysqli->query("INSERT INTO Характеристика
(Наименование,Обозначение,Число_min,Число_max,
Сущность_id,Типданных_id,Размерность_id,Множитель_10_id)
VALUE ('\$this->Naimenovanie','\$this->Oboznachenie',\$this-
>Chislo_min,\$this->Chislo_max,

```

```

        $this->Suschnost_id,$this->TipDanyh_id,$this->Razmernost_id,$this-
>Mnozitel_10_id)")
        ) $this->tag("h1", "ADDED");
        else $this->tag("h1", "Not ADDED");
        else if ($this->TipDanyh_id == "3")
            if( $this->mysqli->query("INSERT INTO Характеристика
(Наименование,Обозначение,Строка,Сущность_id,Типданных_id)
VALUE ('$this->Naimenovanie','$this->Oboznachenie','$this-
>Stroka',$this->Suschnost_id,$this->TipDanyh_id)")
            ) $this->tag("h1", "ADDED");
            else $this->tag("h1", "Not ADDED");
    }

    public function update()
    {
        if ($this->TipDanyh_id == "1")
            if( $this->mysqli->query("UPDATE Характеристика SET
Наименование='$this->Naimenovanie',Обозначение='$this->Oboznachenie',
число=$this->Chislo,
Сущность_id=$this->Suschnost_id,Типданных_id=$this->TipDanyh_id,
Размерность_id=$this->Razmernost_id,Множитель_10_id=$this-
>Mnozitel_10_id
WHERE id=$this->id ")
            ) $this->tag("h1", "UPDATED");
            else $this->tag("h1", "NOT updated");
        else if ($this->TipDanyh_id == "2")
            if( $this->mysqli->query("UPDATE Характеристика SET
Наименование='$this->Naimenovanie',Обозначение='$this->Oboznachenie',
число_min=$this->Chislo_min,число_max=$this->Chislo_max,
Сущность_id=$this->Suschnost_id,Типданных_id=$this->TipDanyh_id,
Размерность_id=$this->Razmernost_id,Множитель_10_id=$this-
>Mnozitel_10_id
WHERE id=$this->id")
            ) $this->tag("h1", "UPDATED");
            else $this->tag("h1", "NOT updated");
        else if ($this->TipDanyh_id == "3")
            if( $this->mysqli->query("UPDATE Характеристика SET
Наименование='$this->Naimenovanie',Обозначение='$this->Oboznachenie',
Строка='$this->Stroka',
Сущность_id=$this->Suschnost_id,Типданных_id=$this->TipDanyh_id,
Размерность_id=$this->Razmernost_id,Множитель_10_id=$this-
>Mnozitel_10_id
WHERE id=$this->id")
            ) $this->tag("h1", "UPDATED");
            else $this->tag("h1", "NOT updated");
    }

    public function delete(){
        if ( $this->id != '')
        {
            if ( $this->mysqli->query("DELETE FROM Характеристика WHERE id='$this-
>id'"))
                echo "<h1>DELETED</h1>";
            else
                echo " <h1>NOT deleted</h1>";
        }
        else echo " <h1>NOT deleted</h1><p>Примечание: Для удаления характеристики
сначала выберите её из 'Списка всех характеристик'.</p1>";
    }

    public function getSuschnostoboznachenieById(){
        $rez = '';
        if ($result = $this->mysqli->query("select * from Сущность where id=" .
$this->Suschnost_id . " ;")) {
            if ($result->num_rows == 1)
                while ($row = $result->fetch_assoc())
                    $rez=$row[Обозначение];
            $result->close(); }
        return $rez;
    }

    public function getTipDanyhNaimenovanieById(){

```

```

        $rez = '';
        if ($result = $this->mysqli->query("select * from ТипДанных where id=" .
$this->TipDannyyh_id . ";""))
        {
            if ($result->num_rows == 1)
                while ($row = $result->fetch_assoc())
                    $rez= $row[Наименование];
            $result->close();
        }
        return $rez;
    }

    public function getMnozitelOboznachenieRusByStepen(){
        $rez = '';
        if ($result = $this->mysqli->query("select * from Множитель_10 where
Степень=" . $this->Mnozitel_10_id . ";"")) {
            if ($result->num_rows == 1)
                while ($row = $result->fetch_assoc())
                    $rez = $row[Обозначение_P];
            $result->close(); }
        return $rez ;
    }

    public function getRazmernostTipById() {
        $rez = '';
        if ($result = $this->mysqli->query("select * from Размерность where id=" .
$this->Razmernost_id . ";""))
        {
            if ($result->num_rows == 1)
                while ($row = $result->fetch_assoc())
                    $rez = $row[Тип];
            $result->close();
        }
        return $rez ;
    }

    public function getRazmernostOboznachenieRusById() {
        $rez = '';
        if ($result = $this->mysqli->query("select * from Размерность where id=" .
$this->Razmernost_id . ";""))
        {
            if ($result->num_rows == 1)
                while ($row = $result->fetch_assoc())
                    $rez = $row[Обозначение_P];
            $result->close();
        }
        return $rez ;
    }

    public function getSuffics() {
        return $this->getMnozitelOboznachenieRusByStepen() . $this-
>getRazmernostOboznachenieRusById();
    }
}
?>

```

```

/// File ./html/core/add_edit_suschnost_class.php
<?php

class add_edit_suschnost extends suschnost {

    public $Action;

    public function __construct($a_host, $a_user, $a_password, $a_db ,
$a_charset) {
        parent::__construct($a_host, $a_user, $a_password, $a_db , $a_charset);
        $this->host=$a_host;
        $this->user=$a_user;
        $this->password=$a_password;
        $this->db=$a_db;
        $this->charset=$a_charset;
    }

    public function request() {
        suschnost::request();
        $this->Action = $_REQUEST['Action'];
    }

    public function action() {
        if ( $this->Action == 'Добавить')
            $this->add();
        else if ( $this->Action == 'Обновить')
            $this->update();
        else if ( $this->Action == 'Удалить')
            $this->delete();
    }

    public function add() {
        if ( $this->mysqli->query("INSERT INTO Сущность (Обозначение, Наименование,
Примечание, ТипСущности_id) VALUE
('$this->Oboznachenie', '$this->Naimenovanie', '$this->Primechanie',
'$this->TipSuschnosti_id')"))
            echo "<h1>ADDED</h1>";
        else
            echo "<h1>Not ADDED</h1>";
    }

    public function update() {
        if ( $this->mysqli->query("UPDATE Сущность SET
Обозначение='$this->Oboznachenie',
Наименование='$this->Naimenovanie',
Примечание='$this->Primechanie',
ТипСущности_id='$this->TipSuschnosti_id' WHERE id='$this->id'"))
            echo "<h1>UPDATED</h1>";
        else
            echo "<h1>NOT updated</h1>";
    }

    public function delete() {
        if ( $this->mysqli->query("DELETE FROM Сущность WHERE id='$this->id'"))
            echo "<h1>DELETED</h1>";
        else
            echo "<h1>NOT deleted</h1>";
    }

    public function getFieldsBySuschnost_id() {
        if( $this->id != '')
        {
            if ( $result = $this->mysqli->query("SELECT Обозначение, Наименование,
Примечание, ТипСущности_id FROM Сущность WHERE id='$this->id'"))
            {
                if ($result->num_rows == 1)
                    while ($row = $result->fetch_assoc())
                    {
                        if( $this->Oboznachenie == '' ) $this->Oboznachenie =
$row[Обозначение];
                        if( $this->Naimenovanie == '' ) $this->Naimenovanie =
$row[Наименование];

```

```

        if( $this->Primechanie      == '' ) $this->Primechanie =
$row[Примечание];
        if( $this->TipSuschnosti_id == '' ) $this->TipSuschnosti_id =
$row[ТипСущности_id];
    }
    $result->close(); }
}

public function getTipFromTipSuschnosti() {
    $rez = '';
    if ($result = $this->mysqli->query("select * from ТипСущности where
id=$this->TipSuschnosti_id")) {
        if ($result->num_rows == 1)
            while ($row = $result->fetch_assoc())
                $rez = $row[Тип];
        $result->close(); }
    return $rez;
}
}
?>

```

```

/// File ../html/core/add_edit_tipsuschnosti_class.php
<?php

class add_edit_tipsuschnosti extends tipsuschnosti {
    public $Action;

    public function __construct($a_host, $a_user, $a_password, $a_db ,
$a_charset){
        parent::__construct($a_host, $a_user, $a_password, $a_db , $a_charset);
    }

    public function request() {
        tipsuschnosti::request();
        $this->Action = $_REQUEST['Action'];
    }

    public function action() {
        if ( $this->Action == 'Добавить')
            $this->add();
        else if ( $this->Action == 'Обновить')
            $this->update();
        else if ( $this->Action == 'Удалить')
            $this->delete();
    }

    public function add(){
        if ( $this->mysqli->query("INSERT INTO типСущности (тип) VALUE ('$this-
>Tip')"))
            echo "<h1>ADDED</h1>";
        else
            echo " <h1>Not ADDED</h1>";
    }

    public function update() {
        if ( $this->mysqli->query("UPDATE типСущности SET тип='$this->Tip' WHERE
id='$this->id'"))
            echo "<h1>UPDATED</h1>";
        else
            echo " <h1>NOT updated</h1>";
    }

    public function delete() {
        if ( $this->mysqli->query("DELETE FROM типСущности WHERE id='$this->id'"))
            echo "<h1>DELETED</h1>";
        else
            echo " <h1>NOT deleted</h1>";
    }
}
?>

```

```

/// File ./html/core/aehtestclass.php
<?php

class aehtest extends add_edit_characteristics {

    public function __construct($a_host, $a_user, $a_password, $a_db ,
    $a_charset){
        parent::__construct($a_host, $a_user, $a_password, $a_db , $a_charset);
    }

    public function print_filds() {
        $filds=array(
            'id' => $this->id,
            'Naimenovanie' => $this->Naimenovanie,
            'Oboznachenie' => $this->Oboznachenie,
            'Chislo' => $this->Chislo,
            'Chislo_min' => $this->Chislo_min,
            'Chislo_max' => $this->Chislo_max,
            'Stroka' => $this->Stroka,
            'TipDannyh_id' => $this->TipDannyh_id,
            'Razmernost_id' => $this->Razmernost_id,
            'Mnozitel_10_id' => $this->Mnozitel_10_id,
            'Action' => $this->Action,
            'isInputChislovisible' => $this->isInputChisloVisible,
            'isInputChislo_minvisible' => $this->isInputChislo_minVisible,
            'isInputChislo_maxvisible' => $this->isInputChislo_maxVisible,
            'isInputStrokavisible' => $this->isInputStrokaVisible );
        foreach ($filds as $key => $value)
            $this->tag("h4", "$key = $value");
        }
    }
}
?>

```

```

/// File ./html/core/coating_class.php
<?php

class coating extends db {
    public $a=array(
        'add_edit_haracteristics' => "./html/add_edit_haracteristics.php",
        'add_edit_suschnost' => "./html/add_edit_suschnost.php" );
    public $b="./~namatv/coating/html/add_edit_suschnost.php";

    public function __construct($a_host, $a_user, $a_password, $a_db ,
$a_charset){
        parent::__construct($a_host, $a_user, $a_password, $a_db , $a_charset);
    }

    public function create() {
        foreach ($this->a as $key => $value) {
            echo <<<END
                <p><a href="$value">$key</a></p>
END;
        }
    }

    public function about() {
        echo <<<about

        <h1>База данных композиционных покрытий.</h1>
about;
    }

    public function show_image($title_h1, $title_h2, $image) {
        echo <<<show_image
            <h1>$title_h1</h1>
            <h2>$title_h2</h2>
            <section class="center">
            </img>
            </section>
show_image;
    }

    public function contact() {
        echo <<<contact

        <p>Казимиренко Юлия Алексеевна.</p>
        <p><a href="http://www.nuos.edu.ua/">НУК</a>, доцент кафедры
        материаловедения</p>
        <p>e-mail: <a
        href="mailto:u.a.kazimirenko@gmail.com">u.a.kazimirenko@gmail.com</a> </p>
        
        contact;
    }

    public function home(){
        echo <<<home
            <h2>Национальный университет кораблестроения имени адмирала
            С.О.&nbsp;Макарова</h2>
            <h1>Protective Coatings Data</h1>
home;
    }

}
?>

```



```

        echo "<th>$keys[$i]</th>";
        echo "</tr>";
    }
    echo "<tr>";
    for($i=0;$i < $c_row; ++$i) {
        $tag=$keys[$i];
        if($i == 0)
            echo <<<END
                <td><button id="btn_$row[$tag]" type="button"
onclick="$onclick($row[$tag], '$btn', '$callback_param');" > $row[$tag]
</button></td>
END;
            else
                echo "<td> " . $row[$tag] . "</td>"; }
        echo "</tr>";
        ++$j; }
    echo <<<END
</tbody>
</table>
END;
    }
    printf("Запрос вернул %d строк%s.\n", $result->num_rows, $this-
>numberOf($result->num_rows, array(0=>"y",1=>"и",2=>"",)));
    $result->close();
    }
    }
    public function print_filds() {
        $this->tag("h2", "host=$this->host");
        // $this->tag("h2", "user=$this->user");
        // $this->tag("h2", "password=$this->password");
        $this->tag("h2", "db=$this->db");
        $this->tag("h2", "charset=$this->charset"); }
    public function select_fields_from_table($location, $table, $fields,
$reactor_name, $table_caption="table", $btn="id", $onclick="Button_click_1",
$callback_param="") {
        $this->request();
        $this->make_js_reactor($location, $table, $fields, $reactor_name);
        $qv_filds="";
        $qv_filds_sign=" ";
        $qv_likes="";
        $qv_likes_sign="WHERE ( ";
        foreach ($fields as $key => $value) {
            $qv_filds .= $qv_filds_sign . $value;
            $qv_filds_sign=", ";
            eval("\$v=\$this->$key;");
            $qv_likes .= $qv_likes_sign . $value . " LIKE \"%$v%\" " . " OR " .
$value . " IS NULL ) ";
            $qv_likes_sign="AND ( ";
        }
        $query = "SELECT $qv_filds FROM $table $qv_likes";
        echo <<<table
<table border="2" rules="all">
    <caption>$table_caption</caption>
    <thead>
        <tr>
            <td>
table;
                $this->show_input($location, $table, $fields, $reactor_name);
                echo <<<table
            </tr>
        </thead>
    <tbody>
table;
        if ($result = $this->mysqli->query($query))
        {
            {
                $j=0;
                while ($row = $result->fetch_assoc())
                {
                    $c_row=count ($row);

```

```

    $keys=array_keys($row);
    if (($j % 25) == 0) {
        echo "<tr>";
        for($i=0;$i < $c_row; ++$i)
            echo "<th>$keys[$i]</th>";
        echo "</tr>"; }
    echo "<tr>";
    for($i=0;$i < $c_row; ++$i) {
        $tag=$keys[$i];
        if($i == 0)
            echo <<<END

            <td><button id="btn_$row[$tag]" type="button"
onclick="$onclick($row[$tag], '$btn', '$callback_param');" > $row[$tag]
</button></td>
END;

        else
            echo "<td> " . $row[$tag] . "</td>"; }
        echo "</tr>";
        ++$j;
    }
    echo <<<END
</tbody>
</table>
END;
    printf("Запрос вернул %d строк%s.\n", $result->num_rows, $this-
>numberOf($result->num_rows, array(0=>"y",1=>"н",2=>"",)));
    $result->close();
}
}

public function show_input($location, $table, $fields,
$reactor_name="razmernost_input_onblur"){
    echo " <form> ";
    foreach ($fields as $key => $value)
    {
        eval("\$v=\$this->$key;");
        echo <<<input

            <th>
            <input style="background:#dfd; width:calc(100% - 10px);" id="$value"
name="$value" size="1" type="text" value="$v" onblur="$reactor_name();" >
            </th>
input;
        }
        echo " </form>";
    }

    public function make_js_reactor($location, $table, $fields,
$reactor_name="razmernost_input_onblur"){
        echo <<<script
<script>
        function $reactor_name()
        {
script;
            foreach ($fields as $key => $value)
            {
                echo <<<var
                var $key = window.document.getElementById("$value");
var;
            }
            echo <<<script
            var loc="$location";
script;
            $sign="?";
            foreach ($fields as $key => $value)
            {
                echo "loc=loc + \"\$sign\" + \"\$key\" + \"=\" + $key.value;";
                $sign="&";
            }
            echo <<<script

```

```

        window.location=loc;
    }
</script>
script;
}
final protected function numberOf($number, $suffix) {
    $keys = array(2, 0, 1, 1, 1, 2);
    $mod = $number % 100;
    $suffix_key = ($mod > 7 && $mod < 20) ? 2: $keys[min($mod % 10, 5)];
    return $suffix[$suffix_key];
}
public function n_strok($n) {
    $suffix=array(0 =>"y", 1=>"и",2 =>"",);
    return $this->numberOf($n, $suffix);
}
}
?>

```

```

/// File ../html/core/haracteristic_class.php
<?php

class haracteristic extends coating { /// class haracteristic
    public $id;
    public $Naimenovanie;
    public $Oboznachenie;
    public $Chislo;
    public $Chislo_min;
    public $Chislo_max;
    public $Stroka;
    public $Suschnost_id;
    public $TipDannyh_id;
    public $Razmernost_id;
    public $Mnozitel_10_id;

    public function __construct($a_host, $a_user, $a_password, $a_db ,
    $a_charset){
        parent::__construct($a_host, $a_user, $a_password, $a_db , $a_charset);
    }

    public function request()
    {
        $this->id = $_REQUEST['id'];
        $this->Naimenovanie = $_REQUEST['Naimenovanie'];
        $this->Oboznachenie = $_REQUEST['Oboznachenie'];
        $this->Chislo = $_REQUEST['Chislo'];
        $this->Chislo_min = $_REQUEST['Chislo_min'];
        $this->Chislo_max = $_REQUEST['Chislo_max'];
        $this->Stroka = $_REQUEST['Stroka'];
        $this->Suschnost_id = $_REQUEST['Suschnost_id'];
        $this->TipDannyh_id = $_REQUEST['TipDannyh_id'];
        $this->Razmernost_id = $_REQUEST['Razmernost_id'];
        $this->Mnozitel_10_id = $_REQUEST['Mnozitel_10_id'];
    }
    // echo "<p>haracteristic.request</p>";
}

?>

```

```

/// File ./html/core/html_class.php
<?php

class html {

    public static function tag($tag, $var) {
        echo "<$tag>$var</$tag>";
    }

    public static function tag_2($tag, $var) {
        return "<$tag>$var</$tag>";
    }

    public static function table_tbody_open() {
        echo "<table><tbody>";
    }

    public static function table_tbody_close() {
        echo "</tbody></table>";
    }

    public static function section_open($id){
        echo "<section id=\""$id\"">";
    }

    public static function section_close(){
        echo "</section>";
    }

    public static function html_open(){
        echo "<html>";
    }

    public static function html_close(){
        echo "</html>";
    }

    public static function body_open(){
        echo "<body>";
    }

    public static function body_close(){
        echo "</body>";
    }

    public static function DOCTYPE(){
        echo "<!DOCTYPE html>";
    }

    public static function head($title="PROTECTIVE COATINGS DATA"){
        echo <<<head

        <head>
        <meta charset="utf-8">
        <title>$title</title>
        <link rel="stylesheet" type="text/css" href="style/style.css">
        <script type="text/javascript" src="js/script.js"> </script>
        <meta name="keywords" content="MNASoft, покрытие, композиционный материал"/>
        <meta name="author" content="Ю.А. Казимиренко, MNASoft"/>
        </head>
        head;
    }

    ///Начало страницы
    public static function page_start($title="PROTECTIVE COATINGS DATA"){
        html::DOCTYPE();
        html::html_open();
        html::head($title);
        html::body_open();
    }

    ///Окончание страницы
    public static function page_end() {
        html::body_close();
    }
}

```

```
        html::html_close();  
    }  
}  
?>
```

```

/// File ./html/core/mnozitel_class.php
<?php

class mnozitel extends coating {
    public $stepen;
    public $oboznachenie_r;

    public function __construct($a_host, $a_user, $a_password, $a_db ,
$a_charset){
        parent::__construct($a_host, $a_user, $a_password, $a_db , $a_charset);
    }

    public function request() {
        $this->stepen      = $_REQUEST['stepen'];
        $this->oboznachenie_r = $_REQUEST['oboznachenie_r'];
        echo "<p>mnozitel.request</p>";
    }
}

?>

```

```

/// File ./html/core/razmernost_class.php
<?php

class razmernost extends coating { // class razmernost
    public $id = '';
    public $Tip = '';
    public $oboznachenie_r = '';

    public function __construct($a_host, $a_user, $a_password, $a_db ,
$a_charset){
        parent::__construct($a_host, $a_user, $a_password, $a_db , $a_charset);
    }

    public function request() { /// function request
        $this->id          = $_REQUEST['id'];
        $this->Tip          = $_REQUEST['Tip'];
        $this->oboznachenie_r = $_REQUEST['oboznachenie_r'];
        echo "<p>razmernost.request</p>";
    }
} // class razmernost

?>

```

```

/// File ./html/core/suschnost_class.php
<?php

class suschnost extends coating { /// class suschnost
    public $id;
    public $Oboznachenie;
    public $Naimenovanie;
    public $Primechanie;
    public $TipSuschnosti_id;

    public function __construct($a_host, $a_user, $a_password, $a_db ,
$a_charset){
        parent::__construct($a_host, $a_user, $a_password, $a_db , $a_charset);
    }

    public function request() { /// function request
        $this->id = $_REQUEST['id'];
        $this->Oboznachenie = $_REQUEST['Oboznachenie'];
        $this->Naimenovanie = $_REQUEST['Naimenovanie'];
        $this->Primechanie = $_REQUEST['Primechanie'];
        $this->TipSuschnosti_id = $_REQUEST['TipSuschnosti_id'];
    }
    // echo "<p>suschnost.request</p>";
}
}
?>

```

```

/// File ../html/core/tipsuschnosti_class.php
<?php

class tipsuschnosti extends coating {
    public $id;
    public $Tip;

    public function __construct($a_host, $a_user, $a_password, $a_db ,
$a_charset){
        parent::__construct($a_host, $a_user, $a_password, $a_db , $a_charset);
    }

    public function request() {
        $this->id = $_REQUEST['id'];
        $this->Tip = $_REQUEST['Tip'];
        // echo "<p>tipsuschnosti.request</p>";
    }

    public function getFieldsByTipsuschnosti_id() {
        if( $this->id != '')
        {
            if ( $result = $this->mysqli->query("SELECT Тип FROM ТипСущности WHERE
id='$this->id'"))
            {
                if ($result->num_rows == 1)
                while ($row = $result->fetch_assoc())
                {
                    $this->Tip=$row[Тип];
                    $result->close();
                }
            }
        }
    }
}
?>

```

Г.2 Текст програми моделі функціонування судна

```

package characters;

import geometry.Point;
import java.util.ArrayList;
import java.util.List;
import sun.misc.Cleaner;

public class draw_vessel {
    public static final CI modelA = new CI();
    public static final CI modelK = new CI();
    static {
        List<Point> l = new ArrayList<>();
        List<Boolean> v = new ArrayList<>();
        // model A
        l.add(new Point(3,2));    v.add(false);
        l.add(new Point(5,2));    v.add(false);
        l.add(new Point(5,4));    v.add(false);
        // l.add(new Point2D(8,4));    v.add(false);
        l.add(new Point(7,2));    v.add(false);
        l.add(new Point(10,2));   v.add(false);
        // l.add(new Point2D(11,6));    v.add(false);
        l.add(new Point(6,6));    v.add(false);
        l.add(new Point(9,12));   v.add(false);
        l.add(new Point(7,12));   v.add(false);
        l.add(new Point(5,9));    v.add(false);
        l.add(new Point(5,12));   v.add(false);
        l.add(new Point(3,12));   v.add(false);

        modelA.setVertexes(l);
        modelA.setLines(v);
        modelA.setHeight(14);
        modelA.setWidth(10);
    }
    static {
        List<Point> l = new ArrayList<>();
        List<Boolean> v = new ArrayList<>();
        //model K
        l.add(new Point(8,2));    v.add(false);
        l.add(new Point(11,2));   v.add(false);
        l.add(new Point(11,12));  v.add(false);
        l.add(new Point(5,12));   v.add(false);
        l.add(new Point(5,10));   v.add(false);
        l.add(new Point(6,10));   v.add(false);
        l.add(new Point(2,8));    v.add(true);
        l.add(new Point(2,2));    v.add(false);
        l.add(new Point(5,2));    v.add(false);
        l.add(new Point(5,4));    v.add(true);
        l.add(new Point(6,4));    v.add(false);
        l.add(new Point(7,4));    v.add(false);
        l.add(new Point(7,6));    v.add(false);
        l.add(new Point(6,6));    v.add(false);
        l.add(new Point(6,8));    v.add(true);
        l.add(new Point(8,8));    v.add(false);
        modelK.setVertexes(l);
        modelK.setLines(v);
        modelK.setHeight(14);
        modelK.setWidth(10);
    }
}

```

```

        public static List<List<Point>> getString(String s,double x,double
y,double scale){
        List<List<Point>> res = new ArrayList<>();
        double width=0;
        for (int i = 0; i < s.length(); i++) {
            char c = s.charAt(i);
            CI m =null;
            switch (c) {
                case 'A':
                    m = modelA;
                    break;
                case 'K':
                    m = modelK;
                    break;
                default:
                    m=null;
            }
            if (m!=null) {
                List<Point> ccc = new ArrayList<>();
                List<Point> ppp = new ArrayList<>();
                ccc.addAll(getChar(m));

                for (int j = 0; j < ccc.size(); j++) {
                    Point p = ccc.get(j);
                    ppp.add(new Point(p.getX()+width, p.getY()));
                }
                res.add(ppp);
                width+=m.getWidth();
            }
        }

        return res;
    }
    public static List<Point> getChar(CI model){
        List<Point> vertexes = model.getVertexes();
        List<Boolean> lines = model.getLines();
        List<Point> res = new ArrayList<>();

        if (lines.size() == vertexes.size()) {
            for (int i = 0; i < lines.size(); i++) {
                if (lines.get(i)==true) {
                    res.addAll(getLine(vertexes.get(i-1), vertexes.get(i),
vertexes.get(i+1), 0.1)); // 0.1 = 1/sizeofChar
                }
                else{
                    res.add(vertexes.get(i));
                }
            }
        }
        else{
            return vertexes;
        }
        return res;
    }
    public static List<Point> getLine(Point p0,Point p1, Point p2, double
step){
        List<Point> res = new ArrayList<>();
        double x,y;
        //System.out.println(p0.getX() + "\t" + p0.getY());
        for (double t = step; t < 1- step; t += step) {
            x=(1-t)*(1-t)*p0.getX() + 2*(1-t)*t*p1.getX() + t*t*p2.getX();
            y=(1-t)*(1-t)*p0.getY() + 2*(1-t)*t*p1.getY() + t*t*p2.getY();
            res.add(new Point(x, y));
            //System.out.println(x+"\t"+y);
        }
    }

```

```

        }
        //System.out.println(p2.getX() + "\t" + p2.getY());
        return res;
    }
}

package characters;

import geometry.Point;
import java.util.List;

public class CI {
    private double height;
    private double width;
    private List<Point> vertexes;
    private List<Boolean> lines;

    public CI() {
    }
    public double getHeight() {
        return height;
    }
    public void setHeight(double height) {
        this.height = height;
    }
    public double getWidth() {
        return width;
    }
    public void setWidth(double width) {
        this.width = width;
    }
    public List<Point> getVertexes() {
        return vertexes;
    }
    public void setVertexes(List<Point> model) {
        this.vertexes = model;
    }
    public List<Boolean> getLines() {
        return lines;
    }
    public void setLines(List<Boolean> lines) {
        this.lines = lines;
    }
}

package draw;

import geometry.Point;
import geometry.Triangle;
import java.awt.Graphics;

public class Situation {
    public static void DrawLine(Graphics g, Point A, Point B){
DrawLine(g, (int)A.getX(), (int)A.getY(), (int)B.getX(), (int)B.getY());
    }
    public static void DrawLine(Graphics g, int x1, int y1, int x2, int y2){
        int xErr = 0;
        int yErr = 0;
        int dx = x2 - x1;
        int dy = y2 - y1;

```

```

int incX=0,incY=0,x,y,d;
if(dx > 0) incX = 1;
if(dx == 0) incX = 0;
if(dx < 0) incX = -1;
if(dy > 0) incY = 1;
if(dy == 0) incY = 0;
if(dy < 0) incY = -1;
dx = Math.abs(dx);
dy = Math.abs(dy);
if(dx > dy){
    d = dx;
}
else{
    d = dy;
}
x = x1;
y = y1;

DrawPixel(g, x, y);
for (int i = 0; i < d; i++) {
    xErr += dx;
    yErr += dy;
    if(xErr > d){
        xErr -= d;
        x += incX;
    }
    if(yErr > d){
        yErr -= d;
        y += incY;
    }
    DrawPixel(g, x, y);
}

}

public static void DrawPixel(Graphics g,int x, int y){
    g.drawLine(x, y, x, y);
}

public static void DrawPoligon(Graphics g, Point a, Point b, Point c){
    //сортируем вершины
    Point X;
    if (a.getY()>b.getY()) {X=a;a=b;b=X;}
    if (b.getY()>c.getY()) {X=b;b=c;c=X;}
    if (a.getY()>b.getY()) {X=a;a=b;b=X;}
    //рисуюем линии
    double ys,x1,x2,tmp=0;

    for (ys= a.getY(); ys<=c.getY(); ys++) {
        x1=
            (a.getX()+(ys-a.getY())*(c.getX()-a.getX())/(c.getY()-
a.getY()));
        if
            (ys<b.getY())x2=
            (a.getX()+(ys-a.getY())*(b.getX()-
a.getX())/(b.getY()-a.getY()));
        else {
            if (c.getY()==b.getY()) x2= b.getX();
            else
                x2=
                    (b.getX()+(ys-b.getY())*(c.getX()-
b.getX())/(c.getY()-b.getY()));
        }
        if (x1 > x2) {
            tmp = x1; x1 = x2; x2 = tmp;
        }
        g.drawLine((int)x1,(int)ys,(int)x2,(int)ys);
    }
}

public static void Clear(Graphics g){

```

```

    }
    public static Point getRealXY(int x,int y,ScreenProperty s){
        return new Point(s.getCenter().getX()-((s.getWight()/2)-
x)/s.getScale(),
                        s.getCenter().getY()+((s.getHight()/2)-
y)/s.getScale());
    }
    public static Point getScaledXY(double x,double y,ScreenProperty s){
        return new Point((x-
s.getCenter().getX())*s.getScale()+s.getWight()/2,
                        -(y-
s.getCenter().getY())*s.getScale()+s.getHight()/2);
    }
    public static void DrawPoligon(Graphics g, Triangle t,ScreenProperty
s){
        DrawPoligon(g, getScaledXY(t.getA().getX(), t.getA().getY(), s),
                    getScaledXY(t.getB().getX(), t.getB().getY(), s),
                    getScaledXY(t.getC().getX(), t.getC().getY(), s));
    }
}

package draw;

import geometry.Point;
import java.awt.Graphics;

public class ScreenProperty {
    private Point center;
    private double scale;
    private int hight;
    private int wight;

    public ScreenProperty(Point center, double scale, int hight, int
wight) {
        this.center = center;
        this.scale = scale;
        this.hight = hight;
        this.wight = wight;
    }

    public Point getCenter() {
        return center;
    }

    public void setCenter(Point center) {
        this.center = center;
    }

    public double getScale() {
        return scale;
    }

    public void setScale(double scale) {
        this.scale = scale;
    }

    public int getHight() {
        return hight;
    }

    public void setHight(int hight) {
        this.hight = hight;
    }

```

```

    }

    public int getWight() {
        return wight;
    }

    public void setWight(int wight) {
        this.wight = wight;
    }
}

package geometry;

public class Point {
    private double x;
    private double y;

    public Point(double x, double y) {
        this.x = x;
        this.y = y;
    }

    public double getX() {
        return x;
    }

    public void setX(double x) {
        this.x = x;
    }

    public double getY() {
        return y;
    }

    public void setY(double y) {
        this.y = y;
    }

    @Override
    public String toString() {
        return "Point2D  " + "x= " + x + "\t, y= " + y ;
    }
}

package geometry;

import geometry.Triangle;
import java.util.ArrayList;
import java.util.LinkedList;
import java.util.List;

public class Poligon {
    private List<Point> vertexes;
    private List<Triangle> triangles;

    public Poligon() {
    }
}

```

```

public Poligon(List<Point> vertexes) {
    this.vertexes = vertexes;
    createTriangels(); //триангуляция
}
public List<Point> getVertexes() {
    return vertexes;
}
public List<Triangle> getTriangles() {
    return triangles;
}

private void createTriangels() {
    DCVL v = new DCVL(vertexes);
    this.triangles = new ArrayList<>();

    while (v.getSize()>3) {
        if(isConvex(v.getPrev(), v.getVert(), v.getNext())>0){
            Point vp = v.getPrev();
            Point vt = v.getVert();
            Point vn = v.getNext();
            Triangle t = new Triangle(vp, vt, vn);
            v.next();
            v.next();
            boolean f=true;
            while (v.getVert().hashCode()!=vp.hashCode()) {
                if(inTriangle(t,v.getVert())){
                    f=false;
                    break;
                }
                v.next();
            }
            if (f==false) {
                v.GoTo(vn);
            }
            else{
                this.triangles.add(t);
                //main.Main.getInstance().drawTriangle(vp, vt, vn);
                v.GoTo(vt);
                v.remove();
            }
        }
        else{
            v.next();
        }
    }
    this.triangles.add(new
Triangle(v.getNext(),v.getPrev(),v.getVert()));
}

public boolean inTriangle(Triangle t,Point p){
    if (isConvex(t.getA(), t.getB(), p)>=0 &&
        isConvex(t.getB(), t.getC(), p)>=0 &&
        isConvex(t.getC(), t.getA(), p)>=0 ) {

        return true;
    }

    return false;
}

public int isConvex(Point vFirst, Point v, Point vLast){
    double a = (vLast.getX()-v.getX())*(vFirst.getY()-v.getY())-
(vLast.getY()-v.getY())*(vFirst.getX()-v.getX());
    //System.out.println(a);
    if (a>0) {

```

```

        return 1;
    }
    if (a==0) {
        return 0;
    }
    return -1;
}

public class DCVL{
    private int size;
    private Node node=null;

    DCVL(List<Point> l){
        for (int i = 0; i < l.size(); i++) {
            add(l.get(i));
        }
        //this.print();
    }
    public void GoTo(Point p){
        for (int i = 0; i < getSize(); i++) {
            this.next();
            if(this.node.value.hashCode()==p.hashCode()){
                return ;
            }
        }
    }
    public void print(){
        for (int i = 0; i < this.size; i++) {
            System.out.println(getVert());
            this.next();
        }
    }
    public int getSize(){
        return size;
    }
    public void add(Point a){
        size++;
        if(this.node == null){
            this.node = new Node(null, a, null);
            this.node.prev = node;
            this.node.next = node;
            return ;
        }
        Node newNode = new Node(this.node, a, this.node.next);
        this.node.next.prev = newNode;
        this.node.next = newNode;
        this.node=newNode;
    }
    public void remove(){
        Node p = this.node.prev;
        Node n = this.node.next;
        this.node.next.prev = p;
        this.node.prev.next = n;
        this.node=n;
        this.size --;
    }
    public Point getVert(){
        return this.node.value;
    }
    public Point getNext(){
        return this.node.next.value;
    }
    public Point getPrev(){

```

```

        return this.node.prev.value;
    }
    public void next(){
        this.node = this.node.next;
    }
    class Node{
        Node prev;
        Point value;
        Node next;
        Node(Node p, Point v, Node n){
            this.value=v;
            this.next = n;
            this.prev = p;
        }
    }
}

package geometry;

public class Hold {
    Point A;
    Point B;
    Point C;

    public Triangle(Point A, Point B, Point C) {
        this.A = A;
        this.B = B;
        this.C = C;
    }

    public Point getA() {
        return A;
    }

    public void setA(Point A) {
        this.A = A;
    }

    public Point getB() {
        return B;
    }

    public void setB(Point B) {
        this.B = B;
    }

    public Point getC() {
        return C;
    }

    public void setC(Point C) {
        this.C = C;
    }

    @Override
    public String toString() {
        return "Triangle{" + "A=" + A.toString() + ", B=" + B.toString() +
        ", C=" + C.toString() + '}';
    }
}

package gui;

```

```

import java.awt.Color;
import java.awt.event.ActionEvent;
import java.awt.event.ActionListener;
import javax.swing.JMenu;
import javax.swing.JMenuBar;
import javax.swing.JMenuItem;
import main.Main;

public class MainFrame extends javax.swing.JFrame {

    public MainFrame() {
        initComponents();
        initMenu();
    }

    private void initMenu(){
        JMenuBar menu = new JMenuBar();
        JMenu options = new JMenu("Опции");
        JMenuItem color = new JMenuItem("Цвет");
        color.addActionListener(new ActionListener() {public
void actionPerformed(ActionEvent e) {showColorChoser();}});
        options.add(color);
        menu.add(options);
        this.setJMenuBar(menu);
    }
    public DrawPanel getDrawPanell() {
        return drawPanell;
    }
    private void showColorChoser(){
        ColorChoseFrame c = new ColorChoseFrame();
        c.setVisible(true);
    }

    // <editor-fold defaultstate="collapsed" desc="Generated Code">
    private void initComponents() {

        buttonGroup1 = new javax.swing.ButtonGroup();
        drawPanell = new gui.DrawPanel();
        jMenuBar1 = new javax.swing.JMenuBar();
        jMenu1 = new javax.swing.JMenu();
        jMenu2 = new javax.swing.JMenu();

        setDefaultCloseOperation(javax.swing.WindowConstants.EXIT_ON_CLOSE);

        drawPanell.setBorder(javax.swing.BorderFactory.createLineBorder(new
java.awt.Color(0, 0, 0)));
        drawPanell.addMouseWheelListener(new
java.awt.event.MouseWheelListener() {
            public void mouseWheelMoved(java.awt.event.MouseWheelEvent
evt) {
                drawPanellMouseWheelMoved(evt);
            }
        });
        drawPanell.addMouseMotionListener(new
java.awt.event.MouseMotionAdapter() {
            public void mouseDragged(java.awt.event.MouseEvent evt) {
                drawPanellMouseDragged(evt);
            }
            public void mouseMoved(java.awt.event.MouseEvent evt) {

```

```

        drawPanell1MouseClicked(evt);
    }
});

    javax.swing.GroupLayout drawPanell1Layout = new
javax.swing.GroupLayout(drawPanell1);
    drawPanell1.setLayout(drawPanell1Layout);
    drawPanell1Layout.setHorizontalGroup(

drawPanell1Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
        .addGap(0, 566, Short.MAX_VALUE)
    );
    drawPanell1Layout.setVerticalGroup(

drawPanell1Layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
        .addGap(0, 533, Short.MAX_VALUE)
    );

    jMenuItem1.setText("File");
    jMenuItemBar1.add(jMenuItem1);

    jMenuItem2.setText("Edit");
    jMenuItemBar1.add(jMenuItem2);

    setJMenuBar(jMenuBar1);

    javax.swing.GroupLayout layout = new
javax.swing.GroupLayout(getContentPane());
    getContentPane().setLayout(layout);
    layout.setHorizontalGroup(

layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
        .addGroup(layout.createSequentialGroup()
            .addGap(55, 55, 55)
            .addComponent(drawPanell1,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            .addContainerGap(88, Short.MAX_VALUE))
        );
    layout.setVerticalGroup(

layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
        .addComponent(drawPanell1,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE, javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
Short.MAX_VALUE)
    );

    pack();
} // </editor-fold>
private int mx=0;
private int my=0;
private void drawPanell1MouseDragged(java.awt.event.MouseEvent evt) {
    /* if (mx!=0||my!=0) {
        int x=mx-evt.getX();
        int y=my-evt.getY();
        if (jRadioButton3.isSelected()) {
            Main.getInstance().T(x, y);
        }
    }
    mx=evt.getX();
    my=evt.getY();*/
}
private void drawPanell1MouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
    mx=0;

```

```

        my=0;
        //int e =1000;
        //Point ASK = main.getRealXY(evt.getX(), evt.getY());
        //this.jLabel1.setText((double) (int) (ASK.getX()*e)/e + " x " +
(double) (int) (ASK.getY()*e)/e);
    }

    private void drawPanellMouseWheelMoved(java.awt.event.MouseWheelEvent
evt) {
        double a = evt.getPreciseWheelRotation();
        if (a>0) {
            Main.getInstance().scaleDOWN();
        }
        if (a<0) {
            Main.getInstance().scaleUP();
        }
    }

    // Variables declaration - do not modify
    private javax.swing.ButtonGroup buttonGroup1;
    private gui.DrawPanel drawPanell;
    private javax.swing.JMenu jMenu1;
    private javax.swing.JMenu jMenu2;
    private javax.swing.JMenuBar jMenuBar1;
    // End of variables declaration
}

package main;

import characters.Bukva;
import draw.Brezenhem;
import draw.ScreenProperty;
import geometry.Point;
import geometry.Poligon;
import geometry.Triangle;
import gui.MainFrame;
import java.awt.Color;
import java.awt.Graphics;
import java.util.ArrayList;
import java.util.List;
import java.util.logging.Level;
import java.util.logging.Logger;

public class Main {

    private MainFrame mainFrame ;
    private ScreenProperty screenProperty;
    private Thread painter;
    private List<Poligon> chars;
    private Color color;

    private Main() {
        this.mainFrame = new MainFrame();
        mainFrame.setVisible(true);
        screenProperty = new ScreenProperty(new Point(6, 8),
10,

mainFrame.getDrawPanell().getHeight(),

mainFrame.getDrawPanell().getWidth());
        chars = new ArrayList<>();
        List<List<Point>>> string = Bukva.getString("A", 0, 0, 10);

```

```

        for (int i = 0; i < string.size(); i++) {
            List<Point> p = string.get(i);
            for (int j = 0; j < string.size(); j++) {
                System.out.println(string.get(j));
            }
            chars.add(new Poligon(p));
        }
        color = new Color(100, 200, 220);
        paintChars();
    }

    public void setColor(Color color) {
        this.color = color;
        paintChars();
    }

    public void drawLine() {
        Point p0 = new Point(100, 100);
        Point p1 = new Point(100, 200);
        Point p2 = new Point(200, 200);
        List<Point> l = Bukva.getLine(p0, p1, p2, 0.1);
        for (int i = 0; i < l.size()-1; i++) {
            Point v1 = l.get(i);
            Point v2 = l.get(i+1);

Brezenhem.DrawLine(this.mainFrame.getDrawPanell().getGraphics(),
    (int)v1.getX(), (int)v1.getY(), (int)v2.getX(), (int)v2.getY());
        }
        for (int i = 0; i < l.size(); i++) {
            System.out.println(l.get(i));
        }
    }

    public void drawTriangle(Point a, Point b, Point c) {
        Brezenhem.DrawPoligon(mainFrame.getDrawPanell().getGraphics(), a,
b, c);
    }

    public void drawPoligon(Graphics g) {
        g.setColor(color);
        for (int i = 0; i < chars.size(); i++) {
            Poligon p = chars.get(i);
            List<Triangle> tri = p.getTriangles();
            for (int j = 0; j < tri.size(); j++) {
                Triangle t = (Triangle)tri.get(j);
                Brezenhem.DrawPoligon(g, t, screenProperty);
            }
        }
    }

    //laba 3
    /* [x,y,1]*[1,0,dx]
    *      [0,1,dy] = [X,Y,1]
    *      [0,0,1 ]
    *
    *
    */
    public void S(int dx, int dy) {
        for (int i = 0; i < chars.size(); i++) {
            Poligon p = chars.get(i);
            List<Point> l = p.getVertexes();
            for (int j = 0; j < l.size(); j++) {
                Point ppp = l.get(j);
                double Sx = 1-(double)dx/30;
                double Sy = 1+(double)dy/30;
            }
        }
    }

```

```

        System.out.println("");
        System.out.println(Sx);
        System.out.println(Sy);
        double[] xy = calc(Sx,0,0,0,Sy,0, ppp.getX(),ppp.getY());

        ((Point)l.get(j)).setX(xy[0]);
        ((Point)l.get(j)).setY(xy[1]);
    }
}
paintChars();

}

public void R(int dx,int dy){
    for (int i = 0; i < chars.size(); i++) {
        Poligon p = chars.get(i);
        List<Point> l = p.getVertexes();
        for (int j = 0; j < l.size(); j++) {
            Point ppp = l.get(j);

            double c = Math.cos((double)dx/10);
            double s = Math.sin((double)dx/10);
            double[] xy= calc(c,-s,0,s,c,0, ppp.getX(),ppp.getY());
            ((Point)l.get(j)).setX(xy[0]);
            ((Point)l.get(j)).setY(xy[1]);
        }
    }
    paintChars();
}

public void T(int dx,int dy){
    for (int i = 0; i < chars.size(); i++) {
        Poligon p = chars.get(i);
        List<Point> l = p.getVertexes();
        for (int j = 0; j < l.size(); j++) {
            Point ppp = l.get(j);

            double[] xy = calc(1, 0, -dx/screenProperty.getScale(), 0,
1, dy/screenProperty.getScale(), ppp.getX(),ppp.getY());
            ((Point)l.get(j)).setX(xy[0]);
            ((Point)l.get(j)).setY(xy[1]);
        }
    }
    paintChars();
}

}

public double[] calc(double A,double B,double C, double D,double E,
double F,double x,double y){
    double[] xy = new double[2];

    xy[0] = A*x+B*y+C;
    xy[1] = D*x+E*y+F;

    return xy;
}
//

public void scaleUP(){
    screenProperty.setScale(screenProperty.getScale()*1.1);
    paintChars();
}

public void scaleDOWN(){
    screenProperty.setScale(screenProperty.getScale()*0.9);
    paintChars();
}

}

public void moveCenter(int x,int y){

```

```

        Point center = screenProperty.getCenter();
        center.setX(center.getX()+x/screenProperty.getScale());
        center.setY(center.getY()-y/screenProperty.getScale());
        paintChars();
    }
    public void paintChars(){
        Graphics g = mainFrame.getDrawPanell().getGraphics();
        drawBackGround(g);
        drawPoligon(g);
    }
    private void drawBackGround(Graphics g) {
        g.setColor(Color.white);
        g.fillRect(0, 0, screenProperty.getWight(),
screenProperty.getHight());
    }

    public static void main(String[] args) {
        Main.getInstance();
    }
    private static Main instance =null;
    public static Main getInstance() {
        if (instance == null) {
            instance = new Main();
        }
        return instance;
    }
}

```

ДОДАТОК Д

ПАТЕНТИ І АКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ



УКРАЇНА

(11) 74476

(19) (UA)

(51) 7 C22C1/08,
B22F3/16МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІПАТЕНТ
на винахідвидано відповідно до Закону України
"Про охорону прав на винаходи і корисні моделі"Голова Державного департаменту
інтелектуальної власності

М. Паладій

(21) 2004032111
 (22) 23.03.2004
 (24) 15.12.2005
 (46) 15.12.2005. Бюл. № 12

(72) Казимиренко Юлія Олексіївна
 (73) УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МОРСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ
 АДМІРАЛА МАКАРОВА

(54) СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ ПОРИСТОГО МАТЕРІАЛУ



УКРАЇНА

(19) UA (11) 74476 (13) C2

(51) 7 C22C1/08, B22F3/16

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ ПОРИСТОГО МАТЕРІАЛУ

1

(21) 2004032111
(22) 23.03.2004
(24) 15.12.2005
(46) 15.12.2005, Бюл. № 12, 2005 р.
(72) Казимиренко Юлія Олексіївна
(73) Український державний морський технічний
університет імені адмірала Макарова
(56) SU 1826300, A1, 20.03.1996
SU 1821035, A3, 20.02.1996
SU 1559556, A1, 27.02.2000
SU 1687374, A1, 30.10.1991
RU 2058219, 20.04.1996
RU 2201989, C2, 10.12.2002
GB 2154252, A, 04.09.1985
US 4154609, 15.05.1979
JP 55079804, 16.06.1980
JP 2002-129204, 09.05.2002
Ю.А. КАЗИМИРЕНКО ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА
СПЕКАНИЯ ПОЛЫХ СТЕКЛЯННЫХ МИКРОСФЕР
ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ

2

(57) 1. Спосіб одержання пористого матеріалу, який включає приготування формувальної суміші, засипання її в прес-форму, яка розташовується у просторі шахтної або муфельної печі з окислювальною атмосферою, нагрівання до температури, величина якої відповідає половині значення температури спікання, прикладання тиску пресування, піднімання температури до заданого значення температури спікання, витримування при цій температурі протягом 10-30 хв., та зняття тиску пресування після остигання робочого простору, який відрізняється тим, що у формувальну суміш додають порошок металу у кількості 25...40 % по об'єму, а після прикладання тиску пресування формувальну суміш прогрівають при температурі, величина якої відповідає половині значення температури спікання, і витримують 30 хв.
2. Спосіб отримання пористого матеріалу за п. 1, який відрізняється тим, що як метал застосовують порошок бронзи.

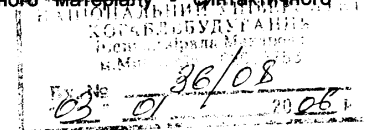
Винахід відноситься до порошкової металургії, а саме, до способів отримання полегшених пористих матеріалів з високими міцнісними властивостями.

Відомо про спосіб отримання матеріалу для виготовлення виробів з пористими структурами із скляних мікрошариків, згідно з яким маса для формування виробів складається з різних по діаметру скляних мікрошариків і тимчасової зв'язки, яка вигоряє при проходженні зони попереднього нагрівання (при температурі на 100...150°C нижче температури спікання). Далі, при потрапленні до зони спікання, скляні мікрошарики сплавляються між собою в місцях дотику [Устройство для изготовления изделий с пористыми структурами из стеклянных микрошариков: А.с. 1433915 СССР, МКИ С03В19/08. / В.И. Благов, В.И. Екатеринчук, Л.Я. Свиридов (СССР). - №4177489/29-33; Заявл. 07.01.87; Опубл. 30.10.88, Бюл. №40. - 5с.]. Однак використання цього способу може привести до нерівномірності розподілу пористості по об'єму виробу через труднощі отримання однорідної маси при змішуванні мікрошариків та тимчасової зв'язки,

що знижує міцнісні властивості.

Підвищення міцнісних властивостей досягається при рівномірному розподілі зачинених пор по об'єму матеріалу, що досягається через введення перед пресуванням у формувальну суміш порожніх мікросфер з оксиду алюмінію або вуглецю у кількості 6...25% та їх змішуванням з порошком нікелю у обертovому млині [А.с. 1687374 МКИ В22F3/10, С22С1/08. Спосіб получения демпфирующего материала на основе никеля / В.И. Костиков, В.Ю. Лопатин, С.В. Винокуров, А.А. Таранцев, В.Н. Постников и В.Г. Чернов. - №4655292/02; Заявл. 27.02.89; Опубл. 30.10.91; Бюл. №40 - 2с.]. Однак цей спосіб оснований на спіканні порошку нікелю та порожніх мікросфер з вуглецю або Al_2O_3 у атмосфері водню та підвищеному діапазоні температур (840...1150°C), що ускладнює технологію, підвищує енергоємність процесу. Крім того, порожні мікросфери з вуглецю або Al_2O_3 характеризуються підвищеною об'ємною щільністю (600...900кг/м³).

За прототип обрано спосіб отримання пористого композиційного матеріалу - синтактичного



(13) C2

(11) 74476

(19) UA

піноскла, який заключається в спіканні порожніх скляних мікросфер (ПСМ) без зв'язуючих компонентів у окислювальній атмосфері [Казимиренко Ю.А. Особенности процесса спекания полых стеклянных микросфер при различных условиях / 36. наук. праць УДМУ. - Миколаїв: УДМУ, 2001. - №6 (378). - С.109-119]. Цей спосіб включає засипку ПСМ діаметром 20...100мкм без зв'язуючих компонентів у прес-форму, яка розміщується у робочому просторі шахтної або муфельної печі; нагрівання до температури, величина якої відповідає половині значення температури спікання; прикладення тиску пресування (0,2...1,2МПа); подальше нагрівання до температури спікання і витримку при цій температурі протягом 10...30хв. Зняття тиску пресування призводиться після остигання робочого простору печі. Однак цей спосіб передбачає отримання матеріалу з великим процентом відкритих пор (до 8...35%) та низькими властивостями міцності (межа міцності при осьовому стисканні до 3...5МПа), що не дозволяє виготовляти з цього матеріалу деталі, які працюють в умовах осьового навантаження та роботі на зношення.

В основу винаходу поставлено задачу удосконалення способу отримання пористого матеріалу на основі ПСМ, в якому при додаванні у формувальну суміш порошку металу поряд зі збереженням зачищеної пористості всередині мікросфер при рівномірному їх розподілі досягається підвищення міцнісних властивостей, при цьому зберігається спрощена технологія отримання матеріалу (діапазон технологічних параметрів, окислювальна атмосфера).

Поставлена задача вирішується тим, що в способі отримання пористого матеріалу, який включає приготування формувальної суміші, засипку її у прес-форму, що розташовується у просторі шахтної або муфельної печі з окислювальною атмосферою; нагрівання до температури, величина якої відповідає половині значення температури спікання; прикладення тиску пресування; підйом температури до значення температури спікання; витримку при цій температурі та зняття тиску пресування після остигання робочого простору печі, згідно з винаходом у формувальну суміш додають порошок металу у кількості 25...40% по об'єму, а після прикладення тиску пресування формувальну суміш витримують протягом 30хв. при температурі, величина якої відповідає половині значення температури спікання.

Добавляння у формувальну суміш порошку металу дисперсністю 40...100мкм, що є близькою до дисперсності ПСМ, призводить до підвищення межі міцності при осьовому стисканні у 3...10 раз, а об'ємний зміст порошку металу у межі 25...40% дозволяє зберегти рівномірний розподіл та зачищену пористість всередині мікросфер (до 60%). Введення додаткового прогрівання протягом 30хв. спрямовано на рівномірне зниження в'язкості формувальної суміші, яка спікається. Зміцнення матеріалу здійснюється в результаті введення в формувальну суміш порошку металу. При підвищенні температури та часу зменшується об'єм відкритих пор між порошками металу та ПСМ, що відбувається в результаті розм'якшення, більш легкоплав-

кого компоненту у складі скла мікросфер, який має саму низьку температуру склування (близько 500°C). Протягом нагрівання процес розм'якшення буде розвиватися, кількість пом'якшеного скла збільшуватися; при цьому знижується в'язкість формувальної суміші, що спікається. Вибір об'ємного змісту та дисперсності порошку металу оснований на об'ємі відкритої пористості, яка створюється при компактній упаковці мікросфер діаметром 20...100мкм. Відбувається збільшення площадки контакту між ПСМ та порошком металу, величина якої досягає 50...55мкм на відміну від прототипу, в якому площа контакту між мікросферами складає 10...18мкм, межа міцності при осьовому стисканні зростає у 3...10 разів.

Підвищення температури спікання та тиску пресування більш ніж визначена межа призводить до руйнування ПСМ.

При отриманні матеріалу були використані ПСМ фракцією 20...100мкм наступного хімічного складу, мас. %: SiO_2 69,0; B_2O_3 7,5; CaO 6,0; Na_2O 13,5; ZnO 2,0; F 2,0; а як порошок металу були використані бронза, бабіт та алюмінієва пудра. Перевага використання порошку бронзи полягає у тому, що при спіканні з ПСМ площа контакту досягає більшого значення (до 55мкм) порівняно з використанням порошку бабіту та алюмінієвої пудри. Внаслідок цього збільшується щільність, а поряд з цим і міцність матеріалу.

Спосіб отримання пористого матеріалу здійснюють наступним чином. Готують формувальну суміш із ПСМ та порошку металу дисперсністю 40...100мкм з об'ємним змістом 25...40%, наприклад, бронзи, бабіту або алюмінієвої пудри. Експериментальні дослідження проводилися у графітових прес-формах діаметром 22мм та висотою 47мм. Маса формувальної суміші складала: для суміші ПСМ з порошком бронзи - 16,59г; для суміші ПСМ з порошком бабіту - 9,32г; для суміші ПСМ з алюмінієвою пудрою - 6,87г. Формувальну суміш засипають у прес-форму, далі разом з прес-формою розташовують у робочому просторі шахтної або муфельної печі, де виконують спікання в окислювальній атмосфері. По досяганні температури, величина якої відповідає половині значення температури спікання, наприклад 375°C, прикладають тиск навантаження 0,2...1,2МПа та витримують при цій температурі протягом 30хв., що визначається на підставі коефіцієнту температуропроводності та маси формувальної суміші. В результаті утворюються умови для прогрівання формувальної суміші. Потім підвищують температуру до 600...800°C, що відповідає температурі спікання, та витримують при цій температурі протягом 10...30хв. При цьому скло мікросфер розм'якшується та припікається до порошку металу, утворюється площа контакту між частками до 50...55мкм, що значно підвищує міцність матеріалу. Швидкість підйому температури повинна бути постійною та відповідати 15град./хв. При такій швидкості спостерігалися більш стабільні значення показників міцності та якості отриманих зразків. Після припинення нагрівання та повного остигання печі тиск пресування знімають. На підставі отриманих значень видно, що найбільшу міцність мають зразки, які отримані в результаті спікання ПСМ

з порошкам бронзи, межа міцності при осьовому стисканні яких складає 50МПа при щільності 870кг/м³, а процент відкритих пор - 6%. За показниками міцності уступають зразки матеріалу, отриманого в результаті спікання ПСМ з порошками бабіту та алюмінієвої пудри, межа міцності при осьовому стисканні яких складає відповідно 15МПа та 10МПа при щільності 870кг/м³ та 780кг/м³, а процент відкритих пор досягає 22% та 26%.

Використання способу, що пропонується, є

ефективним при отриманні пористих порошкових матеріалів з переважно закритою пористістю. При цьому способі отримання пористого матеріалу поряд з рівномірним розташуванням пор за розмірами та спрощеною технологією досягається підвищення характеристик міцності у 3...10 разів на відміну від прототипу. Пористі порошкові матеріали, які наповнені порожніми мікросферами зі скла, є перспективними для використання в авіа-, судо-, та машинобудуванні через поєднання легкості з високими властивостями міцності.





УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **111654** (13) **C2**

(51) МПК (2016.01)

B63B 3/00**B63B 3/14** (2006.01)**B63B 3/58** (2006.01)**B63B 3/68** (2006.01)**B63B 5/14** (2006.01)**B63B 5/16** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: а 2014 09822 (22) Дата подання заявки: 08.09.2014 (24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 25.05.2016 (41) Публікація відомостей про заявку: 10.02.2015, Бюл.№ 3 (46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.05.2016, Бюл.№ 10	(72) Винахідник(и): Казимиренко Юлія Олексіївна (UA) (73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА, пр. Героїв Сталінграда, 9, м. Миколаїв, 54025 (UA) (56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: Перспективи застосування металоскляних покриттів з підвищеними рентгенозахисними властивостями для конструкції технічних засобів перевезення радіоактивних речовин. Випуск 8 / Ю. О. Казимиренко.: Вісник ЛДУ БЖД, 2013.-С.134-140. Выбор состава композитных материалов и покрытий технических средств для перевозки опасных грузов на основе экспертных оценок. Электронный вестник НУТ №5 / доц., канд. техн. наук Т.А. Фарионова, доц., канд. техн. наук Ю.А. Казимиренко, 2010. – 10с. Перевозка ОЯТ морским транспортом. Безопасность окружающей среды. Выход 1 / ред. М.В. Барышников, В.М. Овсянников, В.И. Шлячков, 2010.-С.46-50. Применение когнитивного моделирования при проектировании конструкций технических средств для хранения радиоактивных веществ. Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, г. Николаев, 2012.-С. 37-41. US 1510163 A, 30.09.1924 FR 2782695 A1, 03.03.2000 US 6009821 A, 04.01.2000 DE 102006012333 A1, 20.09.2007 RU 2228280 C2, 10.05.2004
--	---

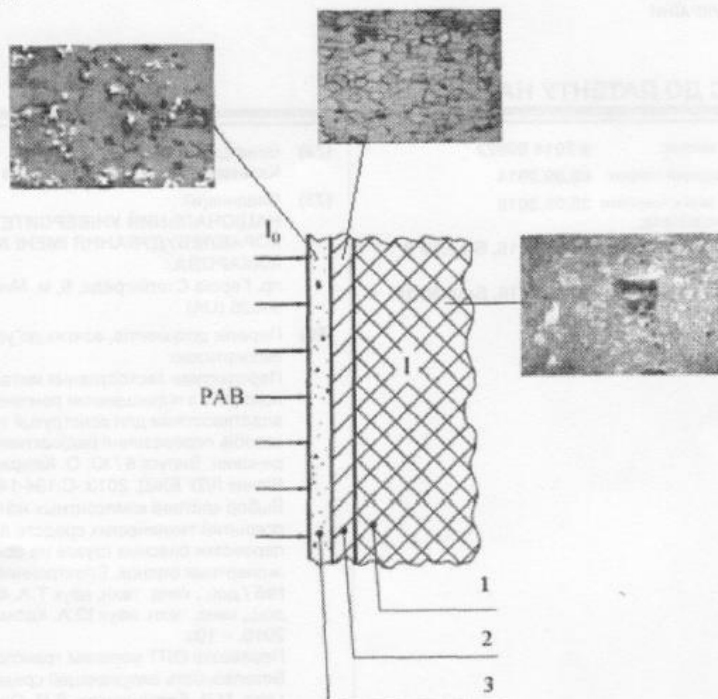
UA 111654 C2

(54) СПОСІБ ЗАХИСТУ КОНСТРУКЦІЙ СУДЕН І ПЛАВУЧИХ СПОРУД ВІД ДІЇ ІОНІЗУЮЧИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ

(57) Реферат:

UA 111654 C2

Даний винахід стосується суднобудування і може бути використаний для захисту конструкцій суден і плавучих споруд, призначених для перевезення та зберігання небезпечних, зокрема радіоактивних речовин. Заявлений спосіб захисту конструкцій суден і плавучих споруд від дії іонізуючих випромінювань включає встановлення у вантажну зону судна додаткового захисного екрана у вигляді бетонної плити. Бетонну плиту з боку випромінювання облицовують листовою сталлю, на яку додатково наносять шар захисного композиційного покриття з алюмоматричного матеріалу, наповненого неметалевими частками. Захисне композиційне покриття наносять у вигляді плит товщиною від 10 мм, які прикріплюють до сталевго листа за допомогою радіаційно-стійких клеїв або компаундів, або наносять на поверхню сталевго листа електродуговим напиленням товщиною 0,5-3 мм. Винахід полягає у підвищенні захисту від іонізуючих випромінювань, які випромінюють радіоактивні речовини під час перевезення та зберігання, це виключає облицювання бетонної плити з іншого боку.



Фиг. 1

Винахід належить до суднобудування і може бути використаний для захисту конструкцій суден і плавучих споруд, призначених для перевезення та зберігання небезпечних, зокрема радіоактивних речовин.

Відомо про спосіб захисту конструкцій суден за допомогою застосування плакувальних покриттів [Катаева, Н.В. Структура плакировочных покрытий для защиты корпусов атомных ледоколов / Н.В. Катаева, В.В. Сагарадзе, С.Ю. Мушникова, Г.Ю. Калинин // Материалы Междунар. конф. «Радиационная физика металлов и сплавов», Кыштым (РФ), 2013. - С. 102-103]. При взаємодії зі шкідливим середовищем (хімічним, корозійним, радіоактивним) саме плакувальний шар, який може бути виготовлений із неіржавіючої сталі за допомогою різних технологічних способів (вибуху, прокатки, наплавлення тощо), забезпечує захист конструкцій суден, зокрема атомних криголамів. При цьому поверхня поділу між шарами сприяє додатковому захисту, у тому числі від іонізуючих випромінювань. Однак, до недоліків застосування плакувальних покриттів можна віднести погану зварюваність, здібність до розшарування у складних умовах експлуатації (термоциклічні навантаження, опромінення) та високу вартість, зокрема через імпордне постачання.

Відомо про спосіб захисту конструкцій плавучих споруд, а саме кришок баків сховища для радіоактивних відходів, який полягає у заливанні простору між кришками баків спеціальними радіаційно-стійкими бетонними сумішами та нанесенні на поверхні полу та стінок сховища радіаційно-стійкого епоксидно-акрилового покриття [Антропов, В.А. Проблемы утилизации надводных кораблей с ядерными энергетическими установками и судов атомного технологического обслуживания / Антропов В.А., Ибрагимов Е.А., Ляшин П.Л., Александров Н.И. // Вестник технологи судостроения, 2005, № 13. - С. 147]. Однак цей спосіб є перспективним для консервації високоактивних радіаційних відходів, зокрема відпрацьованого ядерного пального, та не може бути застосований для суден та плавучих споруд, що призначені для операцій перевантаження та короткочасного зберігання.

Відомо про спосіб захисту конструкцій і екіпажу суден від шкідливої дії іонізуючих випромінювань, що виникають при перевезенні радіоактивних речовин, який полягає у тому, що підвищення радіаційного захисту досягається за рахунок використання додаткового захисного екрану у вигляді бетонної плити, яку з кожного боку облицьовано листовою сталлю товщиною 10 мм [Барышников М.В. Перевозка ОЯТ морским транспортом [Текст] / М.В. Барышников, А.В. Худяков, В.М. Овсянников, В.И. Шлячков // Безопасность окружающей среды, 2010, № 1. - С. 98-105]. Такий спосіб передбачає використання різних за складом і структурою матеріалів, що забезпечує первинний та вторинний рівні захисту. Однак, протягом тривалого використання різновиди вуглецевих і неіржавіючих сталей підлягають радіаційному пошкодженню, серед яких найбільш розповсюдженими є радіаційне розпухання, радіаційне зміцнення, радіаційне окрихчування.

В основу винаходу поставлено задачу удосконалення способу захисту конструкцій суден і плавучих споруд, в якому при нанесенні на листову сталь захисного композиційного покриття, виготовленого з радіаційно-стійких матеріалів, підвищується захист від іонізуючих випромінювань, які випромінюють радіоактивні речовини під час перевезення та зберігання, це виключає облицювання бетонної плити з іншого боку.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі захисту конструкцій суден і плавучих споруд, який включає встановлення додаткового екрана у вигляді бетонної плити, згідно винаходу бетонну плиту з одного боку облицьовують листовою сталлю, на яку додатково наносять шар захисного композиційного покриття, який може бути виготовлений з алюмоматричного матеріалу, наповненого неметалевими, зокрема скляними частинками, який кріпиться до сталевго листа за допомогою радіаційно-стійких клеїв або компаундів, також захисний композиційний шар можна нанести на поверхню сталевго листа електродуговим напиленням.

Нанесення захисного шару з боку випромінювання забезпечить рівень первинного захисту; частка енергії, що не поглинається захисним шаром, передається на інші шари конструкції: сталевий лист і бетонну плиту. Підвищення захисту від дії іонізуючих випромінювань відбувається за рахунок утворення рівня первинного та вторинного захисту, що можливо шляхом комбінації шарів з різним складом і властивостями. Застосування захисного композиційного шару також дозволить зменшити товщину сталевго листа. При цьому ефективність захисту визначається складом, структурою і властивостями композиційного шару.

Застосування як композиційного шару алюмоматричних матеріалів, наповнених неметалевими частками, наприклад, скляними мікросферами, порошками скла, карбиду кремнію (SiC), оксиду алюмінію (Al_2O_3), дозволить захистити сталевий лист конструкції більш ніж на 50 % та, крім того, не сприятиме підвищенню масогабаритних показників конструкцій. Високі захисні

характеристики алюмоматричних матеріалів пояснюються властивостями пористої алюмінієвої матриці, у якій відбувається багаторазове перевіддзеркалення потоків випромінювань та їх додаткове розсіювання навколо пор. Введення до складу алюмоматричних матеріалів скляних часток посилює механізм віддзеркалення потоків, введення до складу інших наповнювачів, збільшує кількість поверхонь поділу, на яких відбувається додаткове поглинання енергії.

Застосування для формування на поверхні сталевго захисного композиційного шару методу електродугового напилення дозволить здійснювати роботи щодо захисту конструкцій як в умовах цеху, так і на будівельному місці.

На фіг. 1 як приклад наведено схему конструкції біологічного захисту судна або плавучої споруди, призначеної для перевезення або зберігання радіоактивних відходів (РАВ), яка складається з бетонної плити 1, яку з одного боку облицьовано сталевим листом 2, на який нанесено захисний композиційний шар 3. Захисний композиційний шар може бути виготовлений у вигляді плит з алюмоматричного матеріалу, наповненого неметалевими частками (наприклад, скляними мікросферами, порошками скла, карбиду кремнію, оксиду алюмінію), кріплення якого здійснюється за допомогою спеціальних радіаційно-стійких клеїв або компаундів. Розмір плит може становити 30х30 мм, товщина шару - від 10 мм. Захисний шар також може бути нанесений на поверхню сталевго листа електродуговим напиленням композицій на основі зварювального дроту, наприклад, Св-АМг5 та Св-08Г2С, наповненого скляним наповнювачем, зокрема порожніми скляними мікросферами, або порошками натрійсилікатного та свинецьвмісного скла. Товщина напиленого шару може бути 0,5...3 мм у залежності від рівня випромінювання вантажів. Захисний композиційний шар взаємодіє з потоком I_0 іонізуючих випромінювань, який випромінюють під час транспортування радіоактивних відходів (РАВ), в залежності від рівня радіації цей потік повністю або частково поглинається композиційним шаром. У випадку, коли частка енергії випромінювання не поглинається композиційним шаром, поглинання здійснюється іншими шарами конструкції: листовою сталлю та бетонною плитою, де інтенсивність потоку I значно зменшено. Таким чином, композиційний шар утворює первинний рівень захисту.

Досліджували мікроструктуру та захисні властивості зразків композиційного шару. Зразки піддавали опромінюванню дифузійним потоком Co^{60} з енергіями $E = 2,5 \text{ MeV}$ і $4,5 \text{ MeV}$ протягом 7 год. Доза випромінювання, яку поглинав кожний зразок становила 100 кГр. Встановлено, що шар покриття композиції Св-08Г2С - скло, товщина якого складає 2 мм захищає сталеву пластинку із Ст3 на 28 %, а шар покриття композиції Св-АМг5 - на 56 %. Після опромінювання структурних змін у дослідних зразках не виявилось, сталеві пластини з нанесеним композиційним шаром зберігають механічні властивості, що свідчить про їх високу радіаційну стійкість.

Спосіб, що пропонується, є ефективним для захисту конструкцій як при будівництві нових суден і плавучих споруд, так і при переобладнанні існуючих під перевезення радіоактивних речовин (відпрацьованого лабораторного обладнання, медичної техніки, джерел енергії, спецодягу тощо). Застосування цього способу дозволить, на відміну від прототипу, на 20...50 % підвищити захист від іонізуючих випромінювань, зменшити товщину сталевго листа на 30 % і знизити масу конструкції на 10 %.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Спосіб захисту конструкцій суден і плавучих споруд від дії іонізуючих випромінювань, який включає встановлення у вантажну зону судна додаткового захисного екрана у вигляді бетонної плити, який відрізняється тим, що бетонну плиту з боку випромінювання облицьовують листовою сталлю, на яку додатково наносять шар захисного композиційного покриття з алюмоматричного матеріалу, наповненого неметалевими частками, причому захисне композиційне покриття наносять у вигляді плит товщиною від 10 мм, які прикріплюють до сталевго листа за допомогою радіаційно-стійких клеїв або компаундів, або наносять на поверхню сталевго листа електродуговим напиленням товщиною 0,5-3 мм.

ПАТЕНТ

НА ВІНАХІД

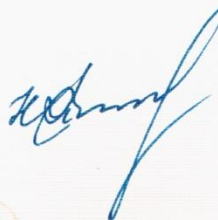
№ 95378

СПОСІБ ДЕФОРМАЦІЙНО-ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ
МЕТАЛІВ ТА СПЛАВІВ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи
і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на винаходи
25.07.2011.

Голова Державного департаменту
інтелектуальної власності



М.В. Паладій





УКРАЇНА

(19) UA (11) 95378 (13) C2
(51) МПК (2011.01)
C21D 8/00
C22F 1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ДЕФОРМАЦІЙНО-ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ ТА СПЛАВІВ

1

(21) а201002248
(22) 01.03.2010
(24) 25.07.2011
(46) 25.07.2011, Бюл. № 14, 2011 р.
(72) ДУБОВИЙ ОЛЕКСАНДР МИКОЛАЙОВИЧ,
ЯНКОВЕЦЬ ТЕТЯНА АНАТОЛІЙВНА, ЛЕБЕДЄВА
НАТАЛІЯ ЮРІВНА, КАЗИМИРЕНКО ЮЛІЯ ОЛЕК-
СІВНА, ЖДАНОВ ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСАНДРО-
ВИЧ, БОБРОВ МАКСИМ МИКОЛАЙОВИЧ
(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕ-
БУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА
(56) UA, 40862, A, 15.08.2001
SU, 375310, A, 23.03.1973
RU, 2352682, C2, 20.04.2009
RU, 2254394, C1, 20.06.2005
JP, 2000239740, A, 05.09.2000
JP, 2247358, A, 10.03.1990
Раздобреєв В. Г. Тонка кристалічна будова мало-
вуглецевих сталей після деформаційно-термічної

2

обробки у міжкритичному інтервалі температур //
Металознавство та обробка металів. - 2009. - № 2.
- С. 7—10
Ferry M., Muljono D., Dunne D. P. Recrystallization
kinetics of low and ultra low carbon steels during
high-rate annealing // ISIJ International. - 2001. - № 9. -
P. 1053 - 1060
(57) Спосіб деформаційно-термічної обробки ме-
талів та сплавів, що включає попередню дефор-
мацію металу або сплаву з наступною термічною
обробкою, який відрізняється тим, що метали та
сплави попередньо деформують при температурі
навколишнього середовища зі ступенем обтиску-
вання більше 70 %, нагрівають до температури
початку рекристалізації, витримують протягом 0,5-
10 хвилин та охолоджують до температури навко-
лишнього середовища зі швидкістю, яка не викли-
кає росту рекристалізаційних зерен.

Винахід належить до способів деформаційно-
термічної обробки металів та сплавів і може бути
використаний для підвищення їх механічних влас-
тостей.

Відомо про спосіб покращення технологічних
властивостей металів, що мають ефект Баушинге-
ра, шляхом немонотонного навантаження заготів-
ки, що подовжується. Немонотонність наванта-
ження створюють кручення після кожного етапу
розтягування заготовки, а оптимізацію технологіч-
ного процесу проводять вирішенням складної сис-
теми рівнянь (Способ улучшения технологических
свойств металлов. Патент РФ. №2217508. C21D
7/00. 2003.11.27). Однак такий спосіб можна засто-
совувати лише для тіл обертання (труб, прутків).

Відомо про спосіб підвищення твердості біль-
ше 68,0 HRC у виробах із інструментальних ста-
лей шляхом попередньої підготовки структури,
гартування, багаторазової обробки холодом та
низьким відпуском (Способ повышения твердости
более 68,0 HRC в изделиях из инструментальных
сталей. Заявка на изобретение РФ. №2007123149.
C21D 9/00. 27.12.2008). Однак попередня підготов-

ка поверхні гартуванням займає 1-6 годин, що
значно підвищує собівартість даного способу.

Відомо про спосіб формування нанокристаліч-
ного поверхневого шару в основному матеріалі
виробів із металів і сплавів, який полягає в отриманні рівномірного аморфного поверхневого шару
з наступним нагріванням його до температури по-
чатку процесу кристалізації аморфізованого пове-
рхневого шару та деформацією поверхневого ша-
ру. При досяганні необхідних розмірів
нанокристалітів перестають нагрівати та дефор-
мувати згаданий поверхневий шар (Способ фор-
мирования нанокристаллического поверхностного
слоя в основном материале изделий из металлов
и сплавов. Заявка на изобретение РФ.
№2007123814. C23C 14/00. 27.12.2008). Однак
даний спосіб дає можливість отримати нанокри-
сталічний поверхневий шар, а не усю структуру
матеріалу.

Відомо про спосіб одержання заготовок з дріб-
нозернистою структурою шляхом пластичної де-
формації заготовки в заданих термомеханічних
умовах. Проводять пресуванням в контейнері з

(19) UA (11) 95378 (13) C2

2639

профілюючим інструментом, що забезпечує інтенсивну пластичну деформацію (Способ получения заготовок с мелкозернистой структурой. Заявка на изобретение РФ. №2004126825. B21J 5/00, B21C 23/04, 22F 1/00. 27.02.2006). Однак даний спосіб призначений для пресування порошкових матеріалів.

Відомо про спосіб виробництва виробів із свинцевих латуней шляхом деформаційно-термічної обробки (Способ производства изделий из свинцовых латуней. Патент РФ. №2352682. C22F 1/08. 20.04.2009.). Заготівки із латуней одержують холодною пластичною деформацією у декілька проходів з проміжними повними рекристалізаційними відпалами, що забезпечує стабільний рівень межі міцності та відносного подовження виробів і не забезпечує максимальної твердості одержаних виробів. Однак даний спосіб можна застосовувати у виробництві прутків та дроту.

Найбільш близьким за технічною суттю й ефектом, що досягається, до пропонованого способу є спосіб деформаційно-термічної обробки маловуглецевих сталей (Раздобреев В.Г. Тонка кристалічна будова маловуглецевих сталей після деформаційно-термічної обробки у міжкритичному інтервалі температур // Металознавство та обробка металів. - 2009. - №2. - С. 7-10). Проведено деформаційну обробку ферито-мартенситної сталі зі ступенем обтискування 50% за один прохід при температурі 740°C з наступним охолодженням за трьома режимами. В результаті такої деформаційно-термічної обробки встановлено можливість формування сприятливої субструктури сталей, що сприяє підвищенню їх фізико-механічних та службових властивостей. Недоліком такого способу є необхідність проведення деформаційної обробки при підвищених температурах, що ускладнює технологічний процес. До того ж даний спосіб не поширюється на інші металеві матеріали.

В основу винаходу поставлено задачу формування сприятливої субструктури металів та сплавів, що сприяє підвищенню їх механічних властивостей, без підвищення температури при деформаційній обробці.

Для вирішення поставленої задачі в способі деформаційно-термічної обробки металів та сплавів, що включає попередню деформацію металу або сплаву з наступною термічною обробкою, метали або сплави деформують зі ступенем обтискування більше 70% при температурі навколишнього середовища, нагрівають до температури початку рекристалізації, витримують протягом 0,5-10 хвилин з наступним охолодженням до температури навколишнього середовища зі швидкістю, яка не викликає росту рекристалізаційних зерен.

Як відомо, великі ступені деформації (більше 70-80%) призводять до подрібнення зерен через ковзання, яке відбулося на значній відстані. При нагріванні пластично деформованого матеріалу починає протікати процес усунення слідів наклепу, що складається з двох стадій: повернення та рекристалізації. Повернення проходить при відносно низьких температурах (нижче 0,3 $T_{пл}$), рекристалізація - при більш високих (0,3-0,8 $T_{пл}$). Формування нових зерен при рекристалізації проходить на ді-

лянках з найбільшою щільністю дислокацій, насамперед на межах деформованих зерен. Чим вище ступінь деформації, тим більше центрів рекристалізації формується, а розмір сформованих центрів залежить від їх кількості. При наступному нагріванні до температурного порогу рекристалізації відбувається формування нових більш дрібних зародків первинної рекристалізації.

Такі механічні властивості матеріалів, як твердість та міцність, суттєво залежать від розміру зерен. Тому одним зі способів покращення цих показників є зменшення розмірів зерен, що досягається появою нових дрібних зерен рекристалізації у деформованому матеріалі.

При нагріванні деформованого металу або сплаву до температури початку рекристалізації починає проходити процес первинної рекристалізації. Завдяки великій кількості дислокацій та меж деформованих зерен утворюється велика кількість зародків нових рекристалізаційних зерен, що приводить до здрібнення зерна у структурі металу. Створені центри нових зерен збільшують свої розміри, відбувається повне заміщення новими зернами всього об'єму деформованого матеріалу, після чого починає проходити ріст утворених зерен при збільшенні температури або часу витримки.

Отримання дрібнозернистої структури з розмірами зерен, які забезпечують проявлення наномасштабного ефекту, що дає змогу підвищити механічні властивості металів та сплавів, можливо за умови фіксування моменту появи найбільшої кількості центрів первинної рекристалізації, розмір яких буде найменшим. Досягати такого ефекту можливо за умови, якщо швидкість формування нових центрів буде значно перевищувати швидкість їх росту. Реалізувати це можливо при припиненні процесу первинної рекристалізації в момент досягнення зародками розмірів, що забезпечать проявлення наномасштабного ефекту, шляхом достатньо швидкого охолодження деформованого металу до температури навколишнього середовища. Швидкість охолодження вибирається такою, що не викликає подальшого росту зерен. Дуже важливо щоб час витримки був незначний і складав не більше 0,5-10 хвилин. Саме в цей період нагрівання і відбувається формування нових центрів первинної рекристалізації.

Запропонований спосіб забезпечить формування сприятливої субструктури та підвищення механічних властивостей металів.

Приклад 1

Електролітичний компактний нікель деформували обтискуванням на ступені 40, 50 та 75%. Потім отримані зразки піддавали нагріванню до температури початку рекристалізації нікелю, що відповідає 0,44 $T_{пл}$ і складає 480°C, протягом 2-9 хв. з наступним охолодженням до температури навколишнього середовища.

Оцінювання твердості нікелю після деформації та після термічної обробки деформованого металу показало підвищення даного показника на 60-90%. Твердість компактного нікелю до деформації складала 24 HRB. Після деформації обтискуванням на 40, 50 та 75% твердість нікелю відповідно зросла до 30,7, 40,4 та 56,6 HRB.

Результати залежності твердості деформованого нікелю від часу витримки при термічній обробці показано на Фіг.1.

Результати досліджень впливу термічної обробки на субструктуру деформованого нікелю зі ступенем обтискування 75% (Фіг.2) оцінювали за зміною розміру областей когерентного розсіювання (ОКР). Встановлено, що після термічної обробки відбувається зменшення ОКР, збільшення витримки до 35 хвилин приводить до її збільшення.

Приклад 2

Технічно чисте залізо деформували обтискуванням на ступінь 72%. Потім отримані зразки піддавали нагріванню до температури початку рекристалізації заліза, що відповідає $(0,37-0,4) T_{пл}$ і складає 400 і 450°C, протягом 0,5-4,0 хв. з наступним охолодженням до температури навколишнього середовища.

Оцінювання твердості заліза після деформації та після термічної обробки деформованого заліза показало підвищення даного показника на 25-30%. Твердість технічно чистого заліза до деформації складала 7 HRC, а після деформації обтискуванням на 72% - 19 HRC.

Результати залежності твердості деформованого технічного заліза від часу витримки при термічній обробці показано на Фіг.3.

Приклад 3

Зразки сталі У8 деформували обтискуванням на ступінь 75%. Одержані зразки піддавали нагріванню до температури початку рекристалізації сталі, що відповідає $0,4 T_{пл}$ і складає 500°C, протягом 0,5-10 хв. з наступним охолодженням до температури навколишнього середовища.

Оцінювання твердості сталі У8 після деформації та після термічної обробки деформованого металу показало підвищення даного показника на 20%. Твердість сталі У8 до деформації складала

17 HRC, а після деформації обтискуванням на ступінь 75% - 30 HRC.

Результати залежності твердості деформованої сталі У8 від часу витримки при термічній обробці показано на Фіг.4.

Приклад 4

Зразки сталі 30 ХГСА деформували обтискуванням на ступінь 73%. Отримані зразки піддавали нагріванню до температури початку рекристалізації даної сталі, що відповідає $0,4 T_{пл}$ і складає 550°C, протягом 0,5-10 хв. з наступним охолодженням до температури навколишнього середовища.

Оцінювання твердості сталі 30 ХГСА після деформації та після термічної обробки деформованого металу показало підвищення даного показника на 40%. Твердість сталі 30 ХГСА до деформації складала 17 HRC, а після деформації обтискуванням на ступінь 73% - 28 HRC.

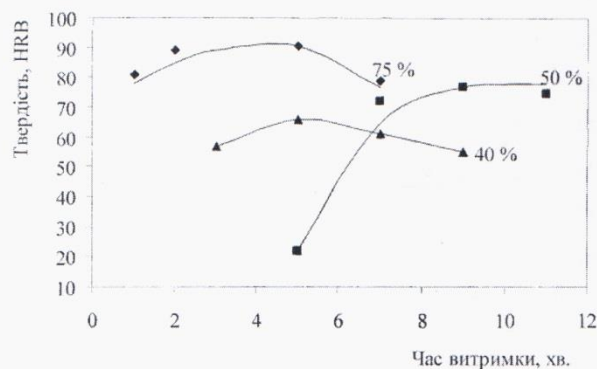
Результати залежності твердості деформованої сталі 30 ХГСА від часу витримки при термічній обробці показано на Фіг.5.

Приклад 5

Зразки бронзи БрАМц 9-2 деформували обтискуванням на ступінь 80%. Одержані зразки піддавали нагріванню до температури початку рекристалізації даної сталі, що відповідає $0,4 T_{пл}$ і складає 400°C, протягом 0,5-10 хв. з наступним охолодженням до температури навколишнього середовища.

Оцінювання твердості бронзи БрАМц9-2 після деформації та після термічної обробки деформованого металу показало підвищення даного показника на 20%. Твердість бронзи БрАМц 9-2 до деформації складала 10 HRC, а після деформації обтискуванням на ступінь 80% - 32 HRC.

Результати залежності твердості деформованої бронзи БрАМц 9-2 від часу витримки при термічній обробці показано на Фіг.6.



Залежність твердості компактного нікелю від часу витримки при термічній обробці (480 °C)

Фіг. 1

7

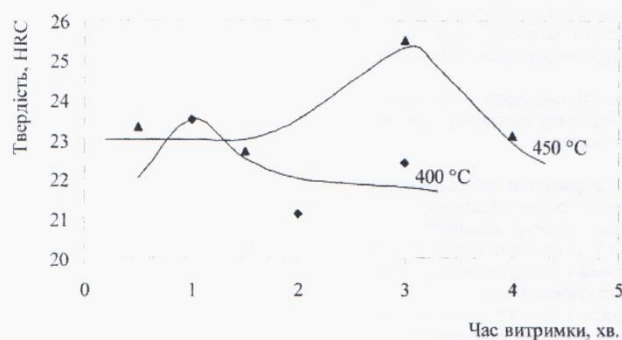
95378

8

Матеріал	Термообробка	Фізичне розширення інтерференцій, град.		Розмір ОКР D , нм
		(111)	(311)	
Електролітичний нікель (деформація 75%)	Без термообробки	0,25	0,15	314
	480 °C, витримка 5 хв.	0,3	0,15	154
	480 °C, витримка 35 хв.	0,25	0,125	618

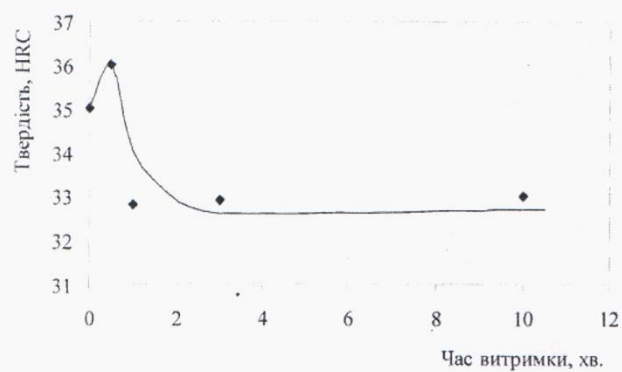
Параметри субструктури деформованого нікелю до і після термічної обробки

Фіг. 2



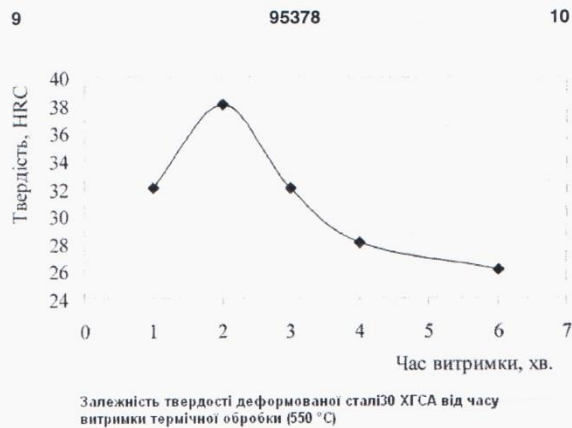
Залежність твердості деформованого технічного заліза від часу витримки та температури термічної обробки

Фіг. 3

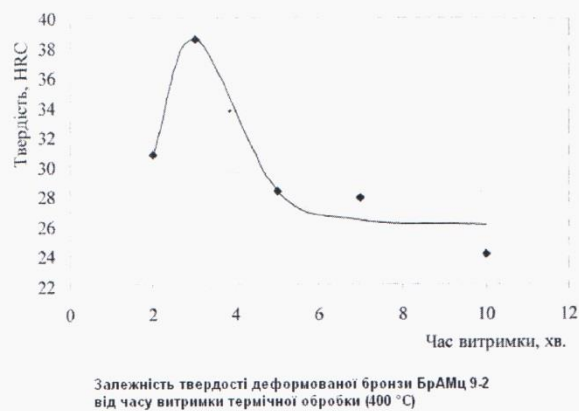


Залежність твердості деформованої сталі У8 від часу витримки термічної обробки (500 °C)

Фіг. 4



Фіг. 5



Фіг. 6





УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **90580** (13) **U**
 (51) МПК (2014.01)
C23C 4/00
C23C 4/04 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
 ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
 ВЛАСНОСТІ
 УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2013 05616	(72) Винахідник(и): Казимиренко Юлія Олексіївна (UA), Лебедева Наталія Юріївна (UA), Карпеченко Антон Анатолійович (UA), Жданов Олександр Олександрович (UA)
(22) Дата подання заявки: 30.04.2013	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.06.2014	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.06.2014, Бюл.№ 11	(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА, пр. Героїв Сталінграда, 9, м. Миколаїв, 54025 (UA)

(54) СПОСІБ НАНЕСЕННЯ ЕЛЕКТРОДУГОВИХ ПОКРИТТІВ

(57) Реферат:

Спосіб нанесення електродугових покриттів включає процес розплавлення дрітків-електродів електричною дугою з одночасним додаванням в зону горіння дугового розряду порожніх скляних мікросфер і розпиленням рідкого металу з мікросферами потоком стиснутого газу у бік напилюваної поверхні, для формування металоскляних покриттів з подальшою їх термічною обробкою. При цьому об'ємна кількість порожніх, скляних мікросфер, які додають у склад покриття, не повинна перевищувати 20 %.

UA 90580 U

2827

(19) **UA**(51) МПК (2014.01)
C23C 4/00
C23C 4/04 (2006.01)(21) Номер заявки: **u 2013 05616**(22) Дата подання заявки: **30.04.2013**(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну модель: **10.06.2014**(46) Дата публікації відомостей
про видачу патенту та
номер бюлетеня: **10.06.2014,**
Бюл. № 11(72) Винахідники:
Казмиренко Юлія
Олексіївна, UA,
Лебедева Наталія Юріївна,
UA,
Карпеченко Антон
Анатолійович, UA,
Жданов Олександр
Олександрович, UA(73) Власник:
НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ
АДМІРАЛА МАКАРОВА,
пр. Героїв Сталінграда, 9, м.
Миколаїв, 54025, UA

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ НАНЕСЕННЯ ЕЛЕКТРОДУГОВИХ ПОКРИТТІВ

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб нанесення електродугових покриттів, що включає процес розплавлення дріт-електродів електричною дугою з одночасним додаванням в зону горіння дугового розряду порожніх скляних мікросфер і розпиленням рідкого металу з мікросферами потоком стиснутого газу у бік напильованої поверхні для формування металоскляних покриттів з подальшою їх термічною обробкою для зняття залишкових напружень і отримання ультрадисперсної структури, який відрізняється тим, що об'ємна кількість порожніх, скляних мікросфер, які додають у склад покриття, не повинна перевищувати 20 %.

Корисна модель належить до галузі нанесення покриттів і може бути використана для підвищення демпфувальної здатності покриттів, напилених електродуговим методом.

Відомо про спосіб нанесення покриття електродуговим методом, шляхом розплавлення дріт-електродів електричною дугою і розпиленням розплавленого металу потоком стисненого газу у бік поверхні, що напильється. Такий спосіб напильня у порівнянні з іншими методами газотермічного напильня (газополуменевий, плазмовий, детонаційний та ін.) є більш простим і технологічним, має найбільшу продуктивність і високий коефіцієнт використання матеріалу та енергетичний коефіцієнт корисної дії, які можуть досягати 0,7...0,9 [Коробов, Ю.С. Эффективность применения активированной дуговой металлизации для нанесения защитных покрытий [Текст] / Ю.С. Коробов // Сварочное производство. - 2005. - № 2. - С. 47-49.]. До основних недоліків цього методу відносять невисокі міцнісні характеристики покриттів та застосування тільки електропровідних дріт-електродів.

Відомо про спосіб нанесення електродугових покриттів, що включає процес формування металевих покриттів шляхом розплавлення дріт-електродів електричною дугою і розпиленням розплавленого металу у бік поверхні, що напильється, з подальшою термічною обробкою в інтервалі температур 400-1000 °С, витримки протягом 0,5-10 хв. з наступним охолодженням на повітрі [Спосіб нанесення електродугових покриттів. Патент на корисну модель № 43984 С23С 4/00, 21.04.2009]. При запропонованому способі забезпечується часткове зняття залишкових напружень і утворення нових субзерен в структурі електродугового покриття, що призводить до підвищення твердості на 20...50 %. Однак отримані за допомогою цього способу покриття не поєднують в собі комплекс таких цінних властивостей як радіаційна стійкість, захист від рентгенівського та гама-випромінювань, термостійкість, стабільність теплофізичних властивостей при підвищених температурах.

Набути поєднання цих властивостей можливо шляхом введення до складу металевих електродугових покриттів порожніх скляних мікросфер з об'ємним вмістом 40...50 % [Казимиренко, Ю.А. Формирование электродуговых покрытий, наполненных полыми стеклянными микросферами [Текст] / Ю.А. Казимиренко, А. А. Карпеченко // 3б. наук. праць НУК: Миколаїв: НУК, 2009. - Вип. № 1 (424). - С. 81-86, Фарионова, Т.А. Выбор состава композиционных материалов и покрытий технических средств для перевозки опасных грузов на; основе экспертных оценок [Электронный ресурс] / Т.А. Фарионова, Ю.А. Казимиренко// "Вісник Національного університету кораблебудування". - Миколаїв: НУК, 2010. - № 5. - Режим доступу: <http://ev.nuos.edu.ua>. В результаті введення до складу електродугових покриттів порожніх скляних мікросфер з об'ємним вмістом 50 % у 2...2,5 рази підвищується коефіцієнт поглинання іонізуючих випромінювань, удвічі знижується ефективний коефіцієнт теплопровідності.

Підвищити міцнісні характеристики металоскляних покриттів, зокрема, сталевих з композиції Св-08Г2С + порожні скляні мікросфери, можливо в результаті застосування передрекристалізаційної термічної обробки [Казимиренко, Ю.А. Формирование ультрадисперсной структуры в композиционных электродуговых покрытиях, наполненных полыми стеклянными микросферами [Электронный ресурс] / Ю.А. Казимиренко, А.А. Карпеченко, А.А. Жданов, К.О. Тумаков // "Вісник Національного університету кораблебудування". - Миколаїв: НУК, 2012. - № 3. - Режим доступу: <http://ev.nuos.edu.ua>. Передрекристалізаційна термічна обробка наповнених порожніми скляними мікросферами покриттів сприяє формуванню субмікрокристалічної структури на поверхні поділу фаз метал - скло, що призводить до підвищення мікротвердості та твердості металевої складової (матриці) на 25 %.

Тому як найближчий аналог вибрано спосіб отримання електродугових металоскляних покриттів, що включає процес розплавлення дріт-електродів електричною дугою з одночасним додаванням в зону горіння дугового розряду порожніх скляних мікросфер і розпиленням рідкого металу з мікросферами потоком стиснутого газу у бік напильовальної поверхні для формування металоскляних покриттів з подальшою їх термічною обробкою для зняття залишкових напружень і отримання ультрадисперсної структури. Об'ємний вміст мікросфер у складі покриття складає 40±7 %. Заданий об'ємний вміст порожніх скляних мікросфер у складі електродугових покриттів не забезпечує достатню їх демпфувальну здатність.

В основу корисної моделі поставлено задачу підвищення демпфувальної здатності електродугових покриттів, наповнених порожніми скляними мікросферами.

Для вирішення поставленої задачі в способі нанесення покриття, що включає процес розплавлення дріт-електродів електричною дугою з одночасним додаванням в зону горіння дугового розряду порожніх скляних мікросфер і розпиленням рідкого металу з мікросферами

поток стисненого газу у бік напилюваної поверхні, для формування металоскляних покриттів з подальшою їх термічною обробкою, для зняття залишкових напружень і отримання ультрадисперсної структури, в якому, згідно з корисною моделлю, об'ємна кількість порожніх скляних мікросфер у складі покриття не повинна перевищувати 20 %.

5 Заданий вміст мікросфер у складі покриття можна одержати в результаті зміни сили струму, тиску стисненого повітря та дистанції напилення.

При додаванні в покриття порожніх скляних мікросфер у кількості 15 % за об'ємом, коефіцієнт розсіювання енергії зростає в 6 разів у порівнянні з ненаповненим покриттям. Для підвищення демпфувальних властивостей електродугових покриттів необхідно мати 10 відповідний рівень нерівномірностей структури, в областях яких утворюються піки мікронапружень, що приводить до активізації дислокаційних процесів, які, в свою чергу, викликають мікропластичну деформацію і за рахунок цього відбуваються незворотні процеси розсіювання енергії.

На сталеву основу, виготовлену зі Ст3, після знежирення і струменеві-абразивної обробки 15 наносили металоскляне покриття за допомогою удосконаленого електродугового апарату ЗМ-14м, який дозволяє додатково та безперебійно подавати у високотемпературну зону дугового розряду порожні скляні мікросфери. Перед напиленням мікросфери просували при температурі 100 °С. Напилення проводили на наступному режимі: сила струму 80 А, напруга 30 В, тиск стисненого повітря 0,6 МПа, витрати порошку 25 г/хв., дистанція напилення 100 мм.

20 Після напилення, за допомогою методу затухаючих поперечних коливань, визначали коефіцієнт розсіювання енергії ψ отриманих зразків. Потім зразки піддавали термічній обробці на наступному режимі: нагрівали до температури 500 °С, витримували протягом 1,5 хв. з подальшим охолодженням на повітрі. Після повного охолодження зразків вимірювали коефіцієнт розсіювання енергії ψ .

25 На кресленні наведено графічну залежність коефіцієнта розсіювання енергії від об'ємного вмісту порожніх скляних мікросфер у складі металоскляних покриттів, нанесених електродуговим методом до та після термічної обробки.

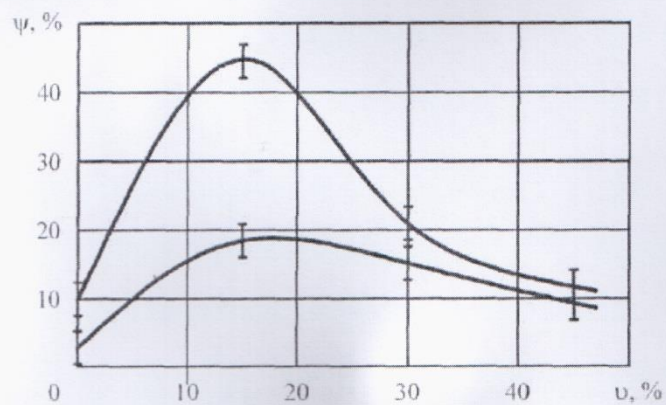
На кресленні видно, що максимальне збільшення коефіцієнта розсіювання енергії спостерігається для зразків з об'ємним вмістом порожніх скляних мікросфер 15 % (більше ніж в 6 разів). Аналогічний ефект характерний і для зразків, які після напилення піддавали термічній 30 обробці при температурі 500 °С та витримці протягом 1,5 хв. з наступним охолодженням на повітрі.

Використання способу, що пропонується, є ефективним при отриманні нових та відновленні зношених поверхонь деталей та конструкцій, які піддаються інтенсивним вібраціям, наприклад, валів, опор. При цьому способі нанесення електродугового металоскляного покриття на 30 % 35 знижується матеріалоємність продукції на відміну від найближчого аналога. Електродугові композиційні покриття, наповнені порожніми скляними мікросферами, є перспективними для використання в авіа-, судно- та машинобудуванні за рахунок поєднання технологічності і експлуатаційних властивостей.

40

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб нанесення електродугових покриттів, що включає процес розплавлення дрові-електродів електричною дугою з одночасним додаванням в зону горіння дугового розряду 45 порожніх скляних мікросфер і розпиленням рідкого металу з мікросферами потоком стиснутого газу у бік напилюваної поверхні для формування металоскляних покриттів з подальшою їх термічною обробкою для зняття залишкових напружень і отримання ультрадисперсної структури, який **відрізняється** тим, що об'ємна кількість порожніх, скляних мікросфер, які додають у склад покриття, не повинна перевищувати 20 %.



Комп'ютерна верстка Д. Шеверун

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601





ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **97311**

(13) **U**

(51) МПК

B22F 3/14 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2014 09819	(72) Винахідник(и): Казимиренко Юлія Олексіївна (UA)
(22) Дата подання заявки: 08.09.2014	(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА, пр-т Героїв Сталінграда, 9, м. Миколаїв, 54025 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.03.2015	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.03.2015, Бюл.№ 5	

(54) СПОСІБ ФОРМУВАННЯ ПОРОШКОВОГО ПОКРИТТЯ НА ПОВЕРХНІ СТАЛЕВОГО ВИРОБУ

(57) Реферат:

Спосіб формування порошкового покриття на поверхні сталевго виробу включає розміщення сталевго виробу у графітовій прес-формі, приготування формувальної суміші із порошку бронзи та порошку або здрібної стружки бабіту, нанесення формувальної суміші на вилуджену поверхню сталевго виробу, розміщення прес-форми у просторі шахтної або муфельної печі з окислювальною атмосферою та обладнаною пресуючим пристроєм, нагрівання її до певної температури, витримку при цій температурі, підвищення температури до температури спікання, витримку при цій температурі та зняття тиску пресування після повного охолодження робочого простору печі, причому тиск пресування прикладається на стадії проміжного прогрівання.

UA 97311 U

(19) **UA**(51) МПК
B22F 3/14 (2006.01)(21) Номер заявки: **u 2014 09819**(22) Дата подання заявки: **08.09.2014**(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну модель: **10.03.2015**(46) Дата публікації відомостей
про видачу патенту та
номер бюлетеня: **10.03.2015,
Бюл. № 5**(72) Винахідник:
**Казимиренко Юлія
Олексіївна, UA**(73) Власник:
**НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ
АДМІРАЛА МАКАРОВА,
пр-т Героїв Сталінграда, 9, м.
Миколаїв, 54025, UA**

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ ФОРМУВАННЯ ПОРОШКОВОГО ПОКРИТТЯ НА ПОВЕРХНІ СТАЛЕВОГО ВИРОБУ

(57) Формула корисної моделі:

1. Спосіб формування порошкового покриття на поверхні сталевго виробу, який включає розміщення сталевго виробу у графітовій прес-формі, приготування формувальної суміші із порошку бронзи та порошку або здрібненої стружки бабіту, нанесення формувальної суміші на вилуджену поверхню сталевго виробу, розміщення прес-форми у просторі шахтної або муфельної печі з окислювальною атмосферою та обладнаною пресуючим пристроєм, нагрівання її до певної температури, витримку при цій температурі, підвищення температури до температури спікання, витримку при цій температурі та зняття тиску пресування після повного охолодження робочого простору печі, який відрізняється тим, що тиск пресування прикладається на стадії проміжного прогрівання.
2. Спосіб формування порошкового покриття на поверхні сталевго виробу за п. 1, який відрізняється тим, що тиск пресування протягом процесу можна змінювати в залежності від вимог до щільності та товщини шару покриття.
3. Спосіб формування порошкового покриття на поверхні сталевго виробу за п. 1, який відрізняється тим, що об'ємний вміст порошку або здрібненої стружки бабіту у складі формувальної суміші складає 25...50 %.
4. Спосіб формування порошкового покриття на поверхні сталевго виробу, який відрізняється тим, що для забезпечення певної якості виробу слід застосовувати прес-форму з термічно необробленого графіту.

UA 97311 U

Корисна модель належить до галузі порошкової металургії і може бути використана для отримання нових і відновлення зношених деталей, зокрема суднової арматури.

Відомо про спосіб пресування багат шарових виробів з вертикальним розташуванням шарів [Способ прессования многослойных изделий с вертикальным расположением слоев. А.С. № 856656 / Г.Ф. Голуб, И.Я. Аросин, Н.П. Дубовик; Заявлено 17.12.79 В22F 3/02; В24D3/00], який включає встановлення у прес-форму спеціальних переборок, засипання у порожнини різних за складом порошків, вилучення переборок та пресування отриманих шарів. Цей спосіб дозволяє одержувати вироби з шаруватою структурою із двох та більше вертикально розташованих шарів. Однак, такий спосіб не забезпечує рівномірну товщину шарів та формування поверхні поділу між шарами.

Відомо про спосіб пресування багат шарових заготовок з різних порошкових матеріалів з вертикальним розташуванням шарів [Способ прессования многослойных заготовок из различных порошковых материалов с вертикальным расположением слоев. Патент RU № 2010676 / Теодор Горманис, Зигфрид Радеван, Вальтер Золти; Заявлено 23.05.1990: В22F 3/02], який включає послідовне заповнення прес-форми порошковими матеріалами з пресуванням окремо кожного шару. Такий спосіб забезпечує формування щільних та однакових за висотою шарів та формування певної поверхні поділу між шарами. Однак цей спосіб не поєднує процеси напресовування шарів з порошкових матеріалів на поверхні заготовки з одночасним спіканням.

Процеси одночасного пресування та спікання суміші різних порошків на поверхню сталевго виробу містить спосіб формування покриття з порошків бронзи і бабіту [Казимиренко, Ю.А. Нанесение бронзобаббитового покрытия на поверхность стальных изделий / Материалы Междунар. конф. "Эффективность реализации научного, ресурсного и промышленного потенциала в современных условиях" / Ю.А. Казимиренко. - п. Славское, Карпаты, 2006. - С. 233-235]. Даний спосіб включає застосування пресування суміші порошків бронзи та бабіту на поверхні зразку із сталі 20 з наступною ізотермічною витримкою. При цьому процес здійснюється у графітовій прес-формі. Такий спосіб може бути використаний як для отримання нових деталей, зокрема суднової арматури, так і для відновлення зношених поверхонь. Однак цей спосіб має суттєві обмеження за висотою та щільністю покриття.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення способу формування порошкового покриття на поверхні сталевго виробу, в якому прикладання тиску пресування до розігрітої порошкової суміші, можливість збільшення протягом процесу гарячого пресування величини тиску пресування, а також варіювання у складі формувальної суміші об'ємного вмісту бабітової складової та застосування прес-форми, виготовленої з термічно необробленого графіту, дозволить отримувати якісне покриття на поверхні виробу та регулювати його товщину, а також отримувати нерознімні біметалеві з'єднання.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі формування порошкового покриття на поверхні сталевго виробу, який включає розміщення сталевго виробу у графітовій прес-формі, приготування порошкової суміші із порошку бронзи і порошку (або здрібненої стружки) бабіту, нанесення її на вилуджену поверхню сталевго виробу, розміщення прес-форми у просторі шахтної або муфельної печі з окислювальною атмосферою та обладнаною пресуючим пристроєм, нагрівання до певної температури, витримку при цій температурі, підвищенні температури до температури спікання, витримку при цій температурі, після охолодження робочого простору, згідно з корисною моделлю, тиск пресування прикладається на стадії проміжного прогрівання, при цьому тиск протягом всього процесу може змінюватися в залежності від товщини порошкового покриття; при виготовленні формувальної суміші об'ємний вміст порошку або здрібненої стружки бабіту складає 25...50 %; процес формування порошкового покриття здійснюють у прес-формі, яку виготовлено з термічно необробленого графіту.

Прикладання тиску пресування до розігрітої формувальної суміші сприяє підвищенню інтенсивності рідкофазного спікання та ущільнення формувальної суміші за рахунок зниження її в'язкості та здійснення дифузійних процесів на вилудженій поверхні сталевго виробу.

Можливість змінювати в процесі формування порошкового покриття тиск пресування дозволить формувати щільне покриття з товщиною більш ніж 2 мм, утворюючи при цьому нерознімне біметалеве з'єднання, що розширює області застосування виробів.

Введення до складу формувальної суміші порошку або здрібненої стружки бабіту з об'ємним вмістом 25...50 % дозволить збільшити кількість утвореної рідкої фази та формувати структуру, яка складається з рівномірно розташованих включень бронзи та бабіту. Рівний вміст твердої фази ($H_{\mu 20}=1288$ МПа для бронзи) і м'якої фази ($H_{\mu 20}=383$ МПа для бабіту) забезпечує високу зносостійкість порошкового покриття.

UA 97311 U

Застосування прес-форми, виготовленої з графіту, наприклад марки МПГ-6, за допомогою механічної обробки без піддавання наступній термічній обробці, дозволяє утворити у середині прес-форми спеціальну атмосферу CO_2 , що дозволяє здійснювати процес формування покриття, застосовуючи відносно низькі температури та муфельні або шахтні печі з окислювальною атмосферою, що значно скорочує енергетичні витрати.

5 Готують формувальну суміш, яка складається з порошку бронзи, наприклад марки Пр-Бр-АМц9-2 (дисперсністю 40...80 мкм) та порошку бабіту, наприклад марки Пр-Б83 (дисперсністю 30...80 мкм) або здрібненої до дисперсності 60...120 мкм стружки бабіту. У графітову прес-форму містять сталевий виріб, виготовлений, наприклад, із сталі 20. На вилуджену поверхню 10 прес-форму розташовують у робочому просторі шахтної або муфельної печі, обладнаної пресуючим пристроєм. При досягненні температури у печі 70...90 °C за допомогою пресуючого пристрою прикладають тиск, який протягом всього процесу формування порошкового покриття на поверхні сталевого виробу, можна змінювати від (наприклад від 0,7 до 2,5 МПа), отримуючи 15 міцне ($\sigma_{\text{отр}}=60$ МПа) біметалеве з'єднання з товщиною шару бронзобабітового покриття 2...40 мм. На стадії проміжного прогрівання заготовку витримують певний час (наприклад 40 хв) у залежності від геометричних розмірів. Протягом проміжного прогрівання формувальна суміш рівномірно прогривається, ущільнюється, в'язкість її знижується. Потім підвищують температуру 20 робочого простору печі до 450...490 °C, при якій здійснюють ізотермічну витримку (наприклад 10...40 хв) в залежності від геометричних розмірів. Протягом стадій підйому температури та ізотермічної витримки одночасно відбуваються наступні процеси: пресування та спікання формувальної суміші із бронзи та бабіту, дифузійні процеси у вилудженому шарі, під дією яких формується міцне зчеплення бронзобабітового покриття зі сталеву основою виробу.

25 За результатами мікроструктурних та рентгеноструктурних досліджень визначено, що структура сформованого на зразку із сталі 20 порошкового покриття складається із рівномірно розташованих включень бронзи ($H_{\text{В}20}=1288$ МПа) та м'яких включень бабіту ($H_{\text{В}20}=383$ МПа), що обумовлює підвищену зносостійкість виробу. Формування щільного покриття (щільність $\rho=7600$ кг/м³, остаточно пористість 4-5 %) на поверхні сталеві заготовки супроводжується усадкою, величина якої складає 50-55 %. На кресленні наведено експериментально одержані кінетичні 30 криві усадки при температурах ізотермічної витримки 550 °C (крива 1) та 450 °C (крива 2). Усадочні процеси при формуванні порошкового покриття починаються при температурах 70...90 °C, яку можна вибрати за температуру проміжного прогрівання формувальної суміші. По досягненні температури 240...250 °C, що відповідає температурі початку розплавлення бабіту, швидкість усадки досягає максимального значення - 4...8 мм/хв., потім усадочні процеси 35 поступово уповільнюються, швидкість усадки зменшується до 0,05...0,02 мм/хв. За аналізом кінетичних кривих усадки, що наведені на кресленні видно, що інтенсивність процесів при температурах 450 °C і 550 °C мало чим відрізняється, що свідчить про неефективність подальшого підйому температури ізотермічної витримки.

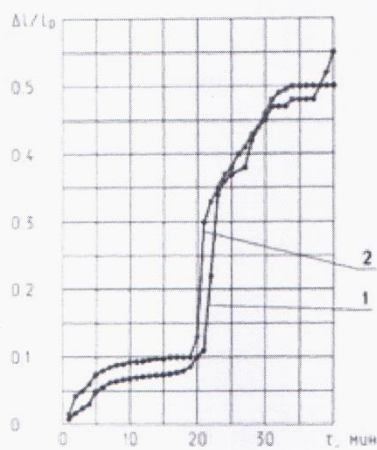
Використання способу, що пропонується, є ефективним як для одержання нових деталей 40 суднової арматури (клапанів, фланців, втулок тощо), так й для виконання ремонтних робіт та відновлення. Застосування цього способу дозволить на відміну від інших способів відновлення, зокрема газотермічного напilenня, скоротити енергоємність процесу виготовлення та ремонту одиничних малогабаритних виробів на 55 %, знижуючи собівартість виробу на 25 %.

45 ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Спосіб формування порошкового покриття на поверхні сталевого виробу, який включає розміщення сталевий виріб у графітовій прес-формі, приготування формувальної суміші із порошку бронзи та порошку або здрібненої стружки бабіту, нанесення формувальної суміші на вилуджену поверхню сталевий виробу, розміщення прес-форми у просторі шахтної або муфельної печі з окислювальною атмосферою та обладнаною пресуючим пристроєм, нагрівання її до певної температури, витримку при цій температурі, підвищення температури до температури спікання, витримку при цій температурі та зняття тиску пресування після повного охолодження робочого простору печі, який **відрізняється** тим, що тиск пресування 55 прикладається на стадії проміжного прогрівання.

2. Спосіб формування порошкового покриття на поверхні сталевий виробу за п. 1, який **відрізняється** тим, що тиск пресування протягом процесу можна змінювати в залежності від вимог до щільності та товщини шару покриття.

3. Спосіб формування порошкового покриття на поверхні сталевого виробу за п. 1, який відрізняється тим, що об'ємний вміст порошку або здрібноної стружки бабіту у складі формувальної суміші складає 25....50 %.
- 5 4. Спосіб формування порошкового покриття на поверхні сталевого виробу, який відрізняється тим, що для забезпечення певної якості виробу слід застосовувати прес-форму з термічно необробленого графіту.



Комп'ютерна верстка М. Шамоніна

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601



(11) 99331

(19) UA

(51) МПК
B22F 3/14 (2006.01)

(21) Номер заявки: u 2014 14197

(22) Дата подання заявки: 30.12.2014

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну модель: 25.05.2015(46) Дата публікації відомостей
про видачу патенту та
номер бюлетеня: 25.05.2015,
Бюл. № 10(72) Винахідник:
Казимиренко Юлія
Олексіївна, UA(73) Власник:
НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ
АДМІРАЛА МАКАРОВА,
пр. Героїв Сталінграда, 9, м.
Миколаїв, 54025, UA

(54) Назва корисної моделі:

УСТАНОВКА ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПОРОШКОВИХ ВИРОБІВ

(57) Формула корисної моделі:

1. Установка для виготовлення порошкових виробів, яка складається з печі (що містить корпус, теплову ізоляцію, в якому розташована електрична спіраль, кришку), обладнаної механічним пресуючим пристроєм (який складається з навантажувального гвинта, індикатора переміщення пуансона, пружини з тарованим зусиллям, штока), блока управління, яка відрізняється тим, що під установки виконана шахтною.
2. Установка для виготовлення порошкових виробів за п. 1, яка відрізняється тим, що теплова ізоляція корпусу печі виконана у вигляді трубчастого циліндра зі спеченої пористої кераміки.
3. Установка для виготовлення порошкових виробів за п. 1, яка відрізняється тим, що кришка печі виконана знімною з можливістю заміни для виконання досліджень на термостійке скло.
4. Установка для виготовлення порошкових виробів за п. 1, яка відрізняється тим, що механічний пресуючий пристрій обладнаний лінійкою або індикатором для контролю стиснення пружини.
5. Установка для виготовлення порошкових виробів за п. 1, яка відрізняється тим, що до складу комплектуючих до установки входять сталеві і графітові прес-форми різних розмірів та силові пружини, які відтаровані на різні діапазони навантажень.



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **99331** (13) **U**
(51) МПК
B22F 3/14 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки:	u 2014 14197	(72) Винахідник(и):	Казимиренко Юлія Олексіївна (UA)
(22) Дата подання заявки:	30.12.2014	(73) Власник(и):	НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА, пр. Героїв Сталінграда, 9, м. Миколаїв, 54025 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель:	25.05.2015		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	25.05.2015, Бюл.№ 10		

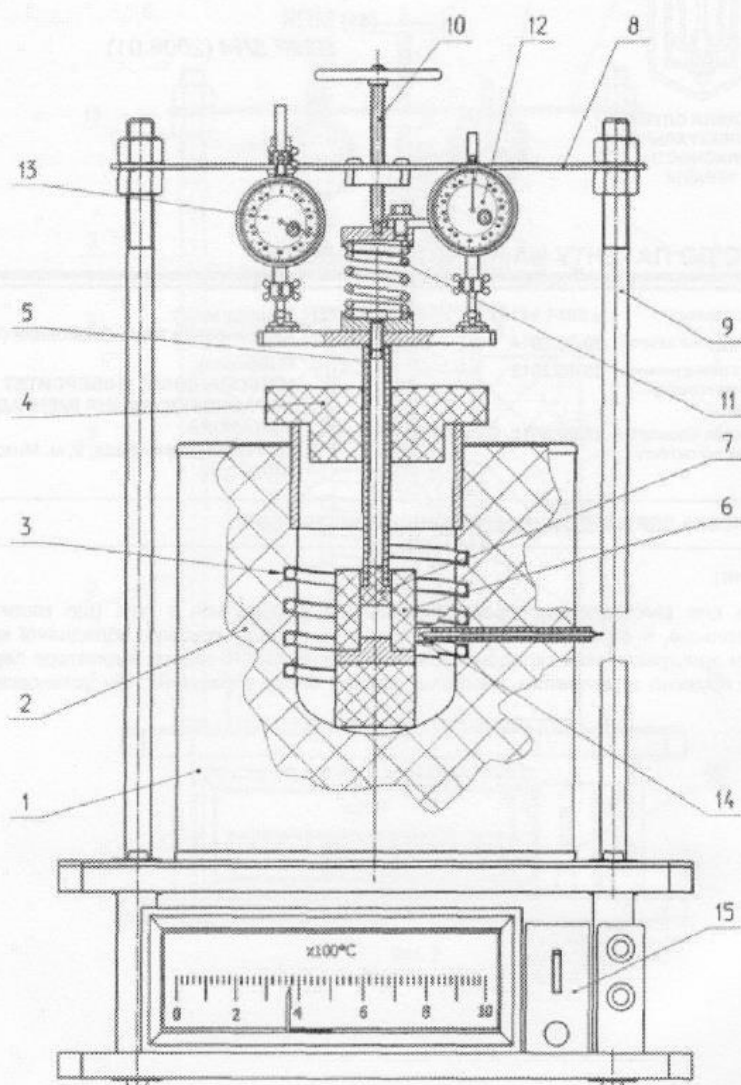
(54) УСТАНОВКА ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПОРОШКОВИХ ВИРОБІВ

(57) Реферат:

Установка для виготовлення порошкових виробів складається з печі (що містить корпус, теплову ізоляцію, в якому розташована електрична спіраль, кришку), обладнаної механічним пресуючим пристроєм (який складається з навантажувального гвинта, індикатора переміщення пуансона, пружини з тарованим зусиллям, штока), блока управління. Піч установки виконана шахтною.

UA 99331 U

UA 99331 U



Фиг. 2

UA 99331 U

Корисна модель належить до галузі порошкової металургії, а саме до обладнання, призначеного для отримання порошкових виробів методами гарячого пресування, спікання під тиском, спікання у стані вільного засипання порошків, а також формування порошкових покриттів на поверхні виробів методом гарячого пресування, одержання шаруватих композицій.

5 Відомий пристрій для гідростатичного пресування порошкових матеріалів (Устройство для гидростатического прессования порошковых материалов: А. с. 1423280 В22F3/04, 15.09.86, Бюл. № 34)), в якому забезпечується можливість пресування порошкових матеріалів при підвищених температурах. Однак, у цьому пристрої пресування порошку здійснюється за допомогою робочого середовища, наприклад, стиснутого газу та його конструкція не забезпечує

10 вимірювань розподілу та падіння тиску у порошку при гарячому пресуванні.

Вимірювання тиску протягом процесу гарячого пресування забезпечується при використанні прес-форми для визначення розподілу тиску у порошку при ізостатичному пресуванні виробів (Пресс-форма для определения распределения давления в порошке при изостатическом прессовании изделий: А. с. 1458078, В22F3/04, В30В15/02, 27.05.86). Однак, при цьому прес-форма розміщується у гідростаті, де утворюється тиск рідини, який потім передається на порошок. При цьому визначається падіння тиску за різними товщинами порошкової заготовки в процесі ущільнення, але відсутні вимірювання усадочних процесів.

Як найближчий аналог вибрана установка для гарячого пресування, яка дозволяє здійснювати вимірювання деформації під час спікання порошку та дозволяє зупинити процес з метою отримання матеріалу заданої щільності при будь-яких значеннях осьового стиснення та температурах (Казимиренко, Ю.А. Исследование прочностных свойств пеностекла [Текст] / Ю.А. Казимиренко // Зб. наук, праць УДМУТ, 1998. - № 4 (352). - С. 114-118). Ця установка являє собою муфельну піч вертикального завантаження, де робочий простір печі має циліндричну форму, де і міститься прес-форма. При цьому зусилля пресування подається від навантажувального гвинта на керамічний шток та далі на пуансон. Задане зусилля пресування забезпечується тарованою пружиною, а усадка контролюється індикатором часового типу, який вимірює переміщення пуансона, температура термічного навантаження контролюється перетворювачем термоелектричним. Однак при використанні такої установки можливе спікання порошкової суміші тільки з постійною швидкістю підйому температури та постійному осьовому стисненні, що значно обмежує можливості отримання матеріалів, а також відсутня можливість спікання зі змінним тиском і змінювати швидкість підйому температури на різних технологічних етапах.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення конструкції установки для спікання порошків з механічним пресуючим пристроєм та блоком управління, у якій в результаті заміни муфельної печі на шахтну, виготовленні теплової ізоляції корпусу печі у вигляді трубчастого циліндра зі спеченої пористої кераміки, застосуванні знімної конструкції кришки печі з можливістю заміни її на термостійке скло, обладнанні пресуючого пристрою лінійкою або індикатором для контролю стиснення пружини, додавання до складу установки комплектів сталевих і графітових прес-форм різних розмірів та силових пружин розширюються можливості у проведенні дослідницьких робіт та виробничих процесах.

40 Поставлена задача вирішується тим, що установка для виготовлення порошкових виробів, яка складається з печі (що містить корпус, теплову ізоляцію, в якому розташована електрична спіраль, кришку), обладнаної механічним пресуючим пристроєм (який складається з навантажувального гвинта, індикатора переміщення пуансона, пружини з тарованим зусиллям, штока), блока управління, згідно з корисною моделлю, піч установки виконана шахтною, теплова ізоляція корпусу печі виконана у вигляді трубчастого циліндра зі спеченої пористої кераміки, кришка печі виконана знімною з можливістю заміни для виконання досліджень на термостійке скло, механічний пресуючий пристрій обладнаний лінійкою або індикатором для контролю стиснення пружини, додатково установка містить комплекти сталевих і графітових прес-форм різних розмірів та силових пружин.

Шахтна конструкція печі є більш зручною для проведення дослідницьких робіт та надає можливість виготовляти довгомірні циліндричні заготовки та вироби.

Виконання теплової ізоляції корпусу печі у вигляді трубчастого циліндра зі спеченої кераміки дозволить спростити ремонтні роботи.

55 Знімна конструкція кришки та можливість її заміни для виконання досліджень на термостійке скло дозволить досліднику спостерігати за процесами, що відбуваються під час спікання порошків у вільному стані.

Обладнання механічного пресуючого пристрою спеціальною лінійкою або індикатором для контролю стиснення пружини дозволить контролювати, змінювати або підтримувати постійну

UA 99331 U

величину тиску пресування під час одержання виробів та деформування порошкових покриттів на їх поверхні.

Додавання до складу комплектуючих до установки сталевих і графітових прес-форм різних розмірів дозволить розширити асортимент та спростити процес виготовлення виробів, комплекту пружин, які відтаровані на різні діапазони навантаження - дозволить здійснювати деформування порошків, процеси гарячого пресування та спікання під тиском, використовуючи різні діапазони тиску.

На Фіг. 1 наведено зображення установки для виготовлення порошкових виробів, яка складається з шахтної печі, обладнаної механічним пресуючим пристроєм та блока управління. Різновиди процесів спікання здійснюються у шахтній печі. Блок управління призначений для автоматичної підтримки температури у печі та складається з мілівольтметра регулюючого типу, тиристора, вимикача та двох сигнальних ламп, які сигналізують про процеси підвищення та підтримки температури. За допомогою механічного пресуючого пристрою здійснюється прикладання тиску та контроль за усадочними процесами.

На Фіг. 2 наведено схему установки для виготовлення порошкових виробів.

Циліндричний корпус печі 1 виконаний із неіржавіючої сталі. Внутрішній простір являє собою теплову ізоляцію 2, виготовлену у вигляді трубчастого циліндра зі спеченої пористої кераміки, у гвинтових канавках якої розташована ніхромова електрична спіраль 3. Керамічна кришка печі 4 має отвір під шток 5, який також може бути виготовлений з кераміки. Для виконання дослідницьких робіт (наприклад, процесів спікання порошків у вільному стані, дослідження процесів розм'якшення, температурної деформації тощо) кришка 4 може зніматися, та замість неї встановлюватися термостійке скло. У робочій простір печі встановлюється прес-форма 6 з пуансоном 7, через який до порошкової суміші передається тиск. Механічний пресуючий пристрій складається з траверси 8, яка кріпиться на силових штангах 9. В отворі траверси розміщується навантажувальний гвинт 10. Тиск пресування задається за допомогою навантажувального гвинта та передається через пристрій з силовою пружиною 11 на шток 5 та пуансон прес-форми 6. Величина стиснення пружини 11 контролюється за допомогою спеціальної лінійки 12, що дозволяє підтримувати задану величину тиску протягом всього процесу або задавати змінення тиску. Замість лінійки величину стиснення пружини можна здійснювати за допомогою індикатора часового типу. Якщо протягом процесу спікання порошків відбуваються усадочні процеси, їх дослідження та контроль здійснюються за допомогою індикатора переміщення пуансону 13. Температура робочого простору печі контролюється за допомогою перетворювача термоелектричного 14. До комплекту установки входять сталеві та графітові прес-форми (6) різних розмірів, а також силові пружини (11), які відтаровані на різні діапазони тиску. Блок управління 15 дозволяє регулювати температурний режим.

Виготовлення зразків здійснюється наступним чином: порошок або формувальна суміш засипається у прес-форму 6 та накривається пуансоном 7. Якщо формування матеріалу або покриття здійснюється шляхом спікання під тиском спочатку за допомогою навантажувального гвинта 10 задається тиск пресування: силова пружина 11 стискається на певну величину, яка відповідає тарованому значенню навантаження та контролюється за допомогою спеціальної лінійки 12. За допомогою блока управління задається значення температури. Якщо технологічним процесом передбачений проміжний прогрів, то спочатку задається режим проміжного прогрівання, а після - режим ізотермічної витримки. У випадку застосування технології гарячого пресування спочатку задається температурний режим проміжного прогрівання, а по його досягненні прикладається певний тиск пресування. Якщо процес спікання порошків відбувається без прикладання тиску, то задаються виключно температурні режими, а тиск пресування не прикладається.

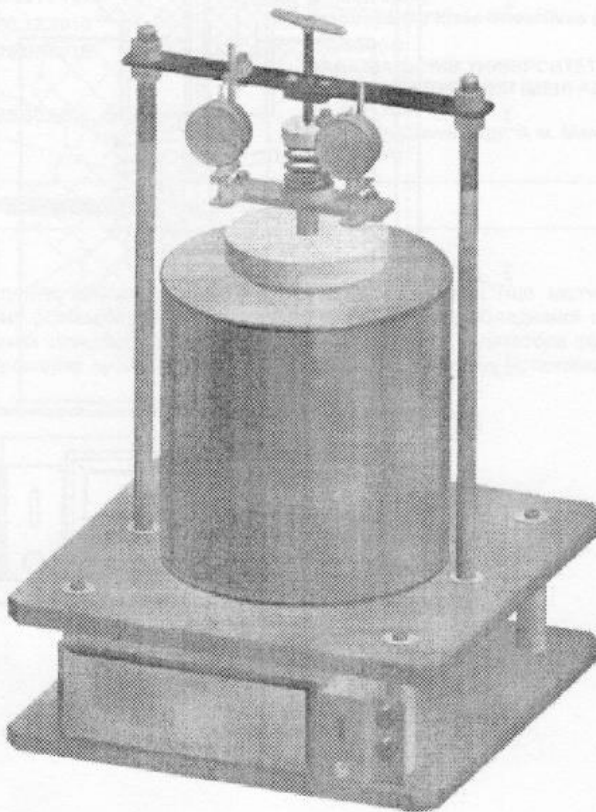
Установка дозволить виконувати дослідницькі роботи в області деформування та спікання порошків, здійснювати виготовлення виробів методами гарячого пресування, спікання під тиском, спікання у стані вільного насипання порошків, формування порошкових покриттів на поверхні виробів, одержання шаруватих композицій. На відміну від найближчого аналога застосування установки, що пропонується, дозволить суттєво розширити та полегшити дослідницькі та виробничі процеси, зробити їх більш наглядними.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Установка для виготовлення порошкових виробів, яка складається з печі (що містить корпус, теплову ізоляцію, в якому розташована електрична спіраль, кришку), обладнаної механічним пресуючим пристроєм (який складається з навантажувального гвинта, індикатора переміщення

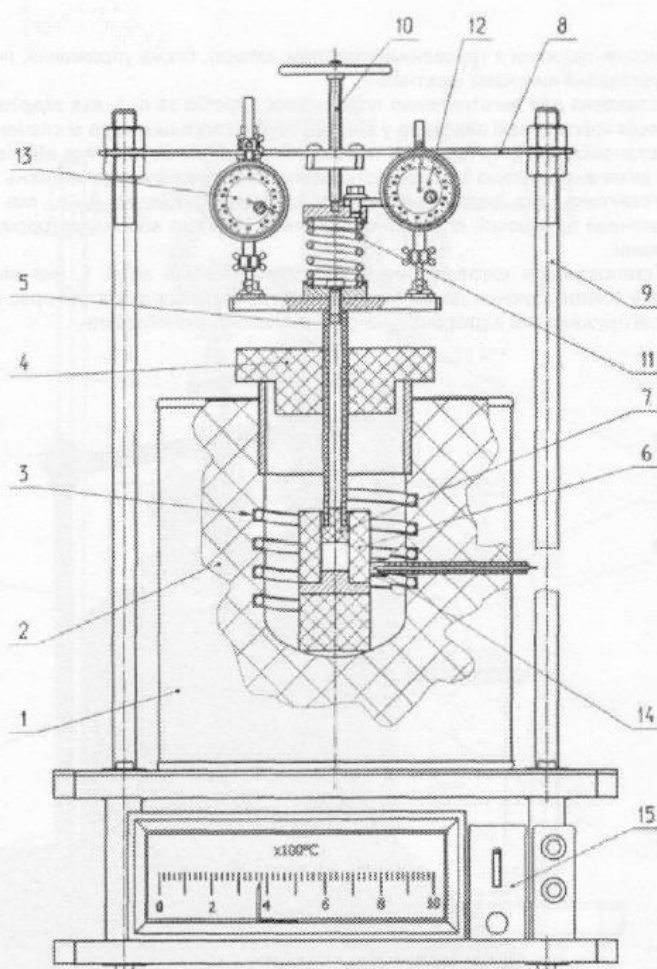
UA 99331 U

- пуансона, пружини з тарованим зусиллям, штока), блока управління, яка відрізняється тим, що піч установки виконана шахтною.
2. Установка для виготовлення порошкових виробів за п. 1, яка відрізняється тим, що теплова ізоляція корпусу печі виконана у вигляді трубчастого циліндра зі спеченої пористої кераміки.
- 5 3. Установка для виготовлення порошкових виробів за п. 1, яка відрізняється тим, що кришка печі виконана знімною з можливістю заміни для виконання досліджень на термостійке скло.
4. Установка для виготовлення порошкових виробів за п. 1, яка відрізняється тим, що механічний пресуючий пристрій обладнаний лінійкою або індикатором для контролю стиснення пружини.
- 10 5. Установка для виготовлення порошкових виробів за п. 1, яка відрізняється тим, що до складу комплектуючих до установки входять сталеві і графітові прес-форми різних розмірів та силові пружини, які відтаровані на різні діапазони навантажень.



Фіг. 1

UA 99331 U

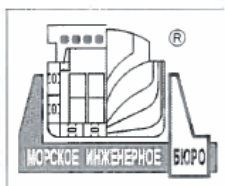


Фиг. 2

Комп'ютерна верстка О. Рябко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601



Морское Инженерное Бюро Marine Engineering Bureau

ул. Тенистая, 15, г. Одесса, Украина, 65009
тел: +38 (048)2 347928, факс +38 (048)2 356005
E-mail: office@meb.com.ua

15, Tenistaya str., Odessa, Ukraine, 65009
Phone: +38 (048)2 347928, Fax +38 (048)2 356005
E-mail: office@meb.com.ua

Исх.№11/23 от 23.11.2017

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
Морского Инженерного Бюро
Д.Т.Н., профессор
Г.В. Егоров

А К Т

о внедрении результатов диссертационной работы на соискание ученой степени доктора технических наук по специальностям 05.08.03 – конструирование и постройка судов и 05.17.11 – технология тугоплавких неметаллических материалов Ю.А. Казимиренко «Научные основы проектирования и повышения защиты металл-стеклянными материалами элементов судов для радиоактивных грузов».

Комиссия в составе первого заместителя генерального директора Морского Инженерного Бюро, главного конструктора Ильницкого Игоря Анатольевича, старшего научного сотрудника, к.т.н. Нильвы Александра Ефимовича, старшего научного сотрудника, к.т.н. Егорова Александра Геннадьевича составили настоящий акт о том, что результаты докторской диссертации Ю.А. Казимиренко «Научные основы проектирования и повышения защиты металл-стеклянными материалами элементов судов для радиоактивных грузов» были использованы в работах Морского Инженерного Бюро, а именно:

- методика оценки теплового состояния грузовых отсеков;
- обоснование и проекты перевозок ОЯТ и радиоактивных грузов на судах.

Данные результаты позволили улучшить качество выполняемых проектных и расчетных работ, включая этапы предэскизной проработки.

Первый заместитель генерального директора,
Главный конструктор

 И.А. Ильницкий

Старший научный сотрудник, к.т.н.

 А.Е. Нильва

Старший научный сотрудник, к.т.н.

 А.Г. Егоров

**ХЕРСОНСЬКИЙ
ДЕРЖАВНИЙ ЗАВОД
"ПАЛАДА"**
Карантинний острів, 1
м. Херсон, 73019, Україна
Тел.: +38 (0552) 394034
Тел./факс: +38 (0552) 423536



**KHERSON
STATE PLANT
"PALLADA"**
1, Karantynnyy ostrov
Kherson, 73019, Ukraine
Ph.: +380 552 394034
Ph./fax: +380 552 423536

E-mail: office@pallada.ks.ua, www.pallada-doc.com

29.11.17 № 01/559

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор ХДЗ «ПАЛАДА»

В.Ф. Маломан

АКТ ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ

результатів дисертаційної роботи Казимиренко Юлії Олексіївни
на здобуття наукового ступені доктора технічних наук
**«Наукові основи проектування і підвищення захисту метал-скляними
матеріалами елементів суден для радіоактивних вантажів»**

Дисертаційна робота Ю.О. Казимиренко «Наукові основи проектування і підвищення захисту метал-скляними матеріалами елементів суден для радіоактивних вантажів» є актуальною для сучасних напрямків суднобудування та судноремонту і пов'язана з розробкою нових проектних і технологічних рішень, впровадження яких дозволить розширити цільове призначення водного транспорту.

В роботі Ю.О. Казимиренко розроблено практичні рекомендації щодо проектування, виготовлення і підвищення комплексного захисту елементів суден і плавучих споруд, призначених для транспортування та тимчасового зберігання радіоактивних вантажів. Завдання підвищення комплексного захисту модулів, цистерн, баків вирішується автором шляхом розробки метал-скляних матеріалів і покриттів, які створюють не тільки додатковий захист, але й сприяють зниженню маси конструкцій.

Результати дисертаційної роботи впроваджені у робочій процес ХДЗ «ПАЛАДА» при моделюванні проектних і технологічних ситуацій; при техніко-економічному обґрунтуванні додаткових статей витрат, необхідних для підвищення безпеки суден. Враховуючи актуальність виконаних у роботі досліджень, розроблені технологічні і практичні рекомендації можуть бути використані при виконанні будівельних і ремонтних робіт на суднобудівному підприємстві.

Акт не є підґрунтям для взаємних фінансових розрахунків.

Головний інженер ХДЗ «Палада»

В.М. Марченко



АКТ
про впровадження
результатів дисертаційної роботи Казимиренко Юлії Олексіївни
на здобуття наукового ступені доктора технічних наук
«Наукові основи проектування і підвищення захисту метал-скляними
матеріалами елементів суден для радіоактивних вантажів»

В дисертаційній роботі Ю.О. Казимиренко «Наукові основи проектування і підвищення захисту метал-скляними матеріалами елементів суден для радіоактивних вантажів» розглядаються нові проектні і технологічні рішення, які дозволяють застосовуючи модулі біологічного захисту нового покоління, розширювати обсяг перевезень шкідливих речовин водним та іншими видами транспорту, та являють собою науково-практичний інтерес для впровадження на суднобудівних підприємствах.

Результати роботи використані про проведенні маркетингових досліджень з метою напрацювання портфеля замовлень, а також у робочому процесі ТОВ «Океан – судноремонт» при вирішенні виробничих завдань, пов'язаних з удосконаленням конструкцій, розробкою технологічного устаткування та визначенням ресурсу елементів суден.

Акт не є підґрунтям для взаємних фінансових розрахунків.

Директор
ТОВ «Океан – судноремонт»



Б.М. Перемежний

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Інституту імпульсних
процесів і технологій НАН Українид.т.н., проф.,
Вовченко О.І

_____ 2017 р.

Акт про впровадження

результатів дисертаційної роботи **Казимиренко Юлії Олексіївни**
«Наукові основи проектування і підвищення захисту метал-скляними
матеріалами елементів суден для радіоактивних вантажів»
на здобуття наукового ступені доктора технічних наук
за спеціальностями 05.08.03. – конструювання і будівництва суден;
05.17.11 – технологія тугоплавких неметалічних матеріалів

Одним із напрямів науково-дослідної діяльності Інституту імпульсних процесів і технологій НАН України є роботи, пов'язані з проблемами сучасного матеріалознавства, зокрема створення матеріалів, що працюють у екстремальних умовах.

Результати роботи Казимиренко Ю.О. «Наукові основи проектування і підвищення захисту метал-скляними матеріалами елементів суден для радіоактивних вантажів» впроваджено у науково-дослідний робочий процес відділу імпульсної обробки дисперсних систем Інституту імпульсних процесів і технологій, а саме:

- розрахунково-експериментальна методика прогнозування механічних властивостей структурно-неоднорідних (метал-скляних) матеріалів застосована для аналізу деформаційних полів на поверхні поділу фаз, зокрема в умовах термічних навантажень;
- результати досліджень усадочних процесів при спіканні формувальних сумішей із порошків Al використані у порівняльних дослідженнях при створенні дисперснозміцнених алюмокомпозитів.

Головний науковий співробітник
відділу імпульсної обробки
дисперсних систем, д.т.н.

Сизоненко О.М.

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. ректора Національного
університету кораблебудування
імені адмірала Макарова
д.т.н., професор Блінцов В.С.
2017р.



АКТ ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ

результатів дисертаційної роботи Казимиренко Юлії Олександрівни
на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук

**«Наукові основи проектування і підвищення захисту метал-скляними матеріалами
елементів суден для радіоактивних вантажів»** у навчальний процес кафедри
матеріалознавства і технології металів

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

Дисертаційна робота Казимиренко Ю. О. **«Наукові основи проектування і підвищення захисту метал-скляними матеріалами елементів суден для радіоактивних вантажів»** поєднує проєктні і технологічні напрямки суднобудування з фізико-хімічними процесами створення нових метал-скляних матеріалів і покриттів. Результати роботи використані у навчальному процесі кафедри матеріалознавства і технології металів при підготовці бакалаврів, спеціалістів, магістрів зі спеціальності «Композиційні та порошкові матеріали, покриття»; застосовані при постановці нових лабораторних робіт з дисциплін «Неметалеві матеріали», «Дисперсні матеріали та композити», «Додаткові розділи теорії та технології порошкових і композиційних матеріалів», у студентських наукових роботах, курсовому та дипломному проєктуванні.

Результати впровадження дисертаційної роботи дозволили вдосконалити навчальний процес та методичну базу кафедри матеріалознавства і технології металів за рахунок систематизації даних про композиційні та порошкові матеріали, покриття; оновлення наочного матеріалу та обладнання.

Директор
Навчально-наукового
кораблебудівного інституту
к.т.н., доцент

Зав. каф. матеріалознавства
і технології металів
д.т.н., професор

О. В. Бондаренко

О. М. Дубовий



ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. ректора Національного
університету кораблебудування
імені адмірала Макарова

д.т.н., професор Блінцов В.С.

« 13 » 11 2017р.

АКТ ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ

результатів дисертаційної роботи Казимиренко Юлії Олексіївни
на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук **«Наукові основи проектування і
підвищення захисту метал-скляними матеріалами елементів суден для
радіоактивних вантажів»** у навчальний процес кафедри інформаційних управляючих
систем та технологій

Інституту комп'ютерних наук та управління проектами
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

У дисертаційній роботі Казимиренко Ю.О. «Наукові основи проектування і підвищення захисту метал-скляними матеріалами елементів суден для радіоактивних вантажів» сьомий розділ присвячено розробці нових науково-методичних принципів оцінювання технічного стану суднових композитних конструкцій, в основу яких покладено системний підхід, когнітивне і інформаційне моделювання. Обґрунтовано критерії, показники пошкоджуваності, для систематизації яких розроблено нову інформаційно-пошукову систему «*PROTECTIVE COATINGS DATA*». Узагальнення технологічних результатів представлені у вигляді причинно-наслідкових діаграм Парето та Ісікави; візуалізація взаємного впливу проектних і експлуатаційних факторів – у вигляді побудованих когнітивних карт.

Результати дисертаційного дослідження апробовані на Міжнародній науково-технічній конференції «Комп'ютерні науки: освіта, наука, практика» (м. Миколаїв, 2012 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Управління проектами: стан та перспективи» (м. Миколаїв, 2010–2016 рр.); Міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційні управляючі системи та технології» (м. Одеса, 2013–2017 рр.) і реалізовані при підготовці магістрів по спеціальності «Інформаційні управляючі системи та технології», «Інформаційні технології проектування» та викладанні «Дисципліни спеціалізованої підготовки за темою досліджень».

Заслужений діяч науки і техніки України,
Лауреат Державної премії України
в галузі науки і техніки,
директор Навчально-наукового інституту
комп'ютерних наук та управління проектами
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова,
д.т.н., професор

K.V. Кошкін

ДОДАТОК Е
СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у іноземних і фахових виданнях за спеціальністю 05.08.03

1. Казимиренко Ю. А. Разработка научных основ проектирования и защиты элементов судов и плавучих сооружений для радиоактивных грузов / Ю. А. Казимиренко // Proceedings of Azerbaijan State Marine Academy. – Baki : Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyası, 2018. – № 2. – С. 19–24 (*іноземне фахове видання*).

2. Казимиренко, Ю. О. Теоретичне обґрунтування підвищення техніко-економічних і експлуатаційних показників елементів плавучих споруд для радіоактивних вантажів / Ю. О. Казимиренко // East European Scientific Journal Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe. – 2018. – № 8 (36), vol. 1. – Р. 38–45 – (*іноземне видання, НМБ eLIBRARY*).

3. Казимиренко, Ю. О. Аналітична модель функціонування судна на основі побудови інформаційної системи завантаженості / Ю. А. Казимиренко // ScienceRise : науч. Журн. – : науч. Журн. – Х. : Технологический центр, 2018. – № 1 (42). – С. 43–49. – (*НМБ: РИНЦ, ResearchBib, CrossRef, WorldCAD, DOAJ, BASE, DRJI та ін*).

4. Дрозд, О. В. Вплив управління загальноосвітнім процесом на критерії інноваційної привабливості суден для радіоактивних вантажів / О. В. Дрозд, О. С. Рижков, Ю. О. Казимиренко // East European Scientific Journal Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe. – 2018. – № 1 (29), vol. 1. – Р. 59–65 (*іноземне видання, НМБ eLIBRARY*) – *авторський вклад: розроблення аналітичної моделі інноваційної привабливості нових технічних рішень*.

5. Казимиренко, Ю. А. Перспективные материалы, способы и технологические направления формирования конструкций биологической защиты судов и плавучих сооружений для радиоактивных грузов / Ю. А. Казимиренко // Proceedings of Azerbaijan State Marine Academy. – Baki : Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyası, 2017. – № 2. – С. 39–44. (*іноземне фахове видання*).

6. Казимиренко, Ю. О. Формування клейового з'єднання для виготовлення багатошарових конструкцій суден / Ю. О. Казимиренко // East

European Scientific Journal Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe. – 2016. – № 3 (7), vol. 2. – P. 20–24. – *(іноземне видання, НМБ eLIBRARY)*.

7. Казимиренко, Ю. А. Решение задач теплообмена при перевозке и хранении радиоактивных грузов на плавучих сооружениях / Ю. А. Казимиренко // Proceedings of Azerbaijan State Marine Academy. – Baki : Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyası, 2016. – № 2. – С. 20–27 *(іноземне фахове видання)*.

8. Казимиренко, Ю. А. Влияние энергетических параметров радиоактивных грузов на процессы теплопереноса и прочность композитных конструкций плавучих сооружений / Ю. А. Казимиренко // East European Scientific Journal Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe. – 2016. – № 4 (8), vol. 7. – P. 58–63. – *(іноземне видання, НМБ eLIBRARY)*.

9. Казимиренко, Ю. О. Корозійний захист сталевих цистерн для зберігання рідких радіоактивних речовин на плавучих спорудах / Ю. О. Казимиренко // East European Scientific Journal Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe. – 2016. – № 7 (11), vol. 2. – P. 16–21. – *(іноземне видання, НМБ eLIBRARY)*.

10. Казимиренко, Ю. А. Оценка технологичности композитных конструкций судов и плавучих сооружений на основе системотехнического подхода / Ю. А. Казимиренко, В. В. Савочкина // Технологический аудит и резервы производства : науч. журн. – Х. : Технологический центр, 2015. – № 4/1 (24). – С. 65–68. – *(фахове видання України, НМБ: Index Copernicus, BASE, РИНЦ, ResearchBib, DOAJ, WorldCAD, EBSC та ін.) – авторський вклад: постановка завдання, розрахунок критеріїв технологічності, узагальнення результатів досліджень.*

11. Казимиренко, Ю. А. Информационная поддержка оценки технического состояния конструкций судов и плавучих сооружений / Ю. А. Казимиренко, Т. А. Фарионова // Управління розвитком складних систем : зб. наук. пр. – К. : КНУБА, 2015. – № 12. – С. 111–117. – *(фахове видання України, НМБ BASE, Index Copernicus, Google Scholar) – авторський вклад: постановка завдання, розроблення структурної інформаційної моделі оцінювання технічного стану.*

12. Казимиренко, Ю. А. Оценка технического состояния композитных конструкций судов с использованием информационной обработки данных / Ю. А. Казимиренко // ScienceRise : науч. журн. – Х. : Технологический центр, 2015.

– № 8 (18). – С. 31–37. – **(НМБ: ПИНЦ, ResearchBib, CrossRef, WorldCAD, DOAJ, BASE, DRJI та ін).**

13. Казимиренко, Ю. О. Закономірності формування покриття з порошків бронзи та бабіту методом гарячого пресування / **Ю. О. Казимиренко**, Н. Ю. Лебедева // Технологический аудит и резервы производства : науч. журн. – Х. : Технологический центр, 2015. – № 5/7 (25). – С. 24–27. – **(фахове видання України, НМБ: Index Copernicus, Ulrich's Periodical Directory, DRIVER, BASE, ПИНЦ, ResearchBib, DOAJ, WorldCAD, EBSCD) – авторський вклад: постановка завдання, розроблення устаткування, закономірності та узагальнення результатів досліджень.**

14. Казимиренко, Ю. А. Формирование конструкций плавучих композитных сооружений для перевозки и хранения радиоактивных грузов / **Ю. А. Казимиренко** // Технологический аудит и резервы производства : науч. журн. – Х. : Технологический центр, 2014. – № 6/5 (20). – С. 7–9. – **(НМБ: Index Copernicus, Ulrich's Periodical Directory, DRIVER, BASE, ПИНЦ, ResearchBib, DOAJ, WorldCAD, EBSCD).**

15. Фарионова, Т. А. Механизмы управления свойствами защитных конструкций технических средств для перевозки опасных грузов / **Т. А. Фарионова, Ю. А. Казимиренко** // Вост.-Европ. журн. передовых технологий. – Х. : Технологический центр, 2012. – № 1/11 (55). – С. 35–37. – **(фахове видання України, входить до НМБ ПИНЦ, Index Copernicus, Ulrich's Periodicals Directory, EBSCD, DOAJ, Googl Scholar) – авторський вклад: визначення основних етапів проектування захисних конструкцій та впливу структурних характеристик матеріалів і покриттів на експлуатаційні властивості.**

16. Возный, А. М. Применение когнитивного моделирования при проектировании конструкций технических средств для хранения радиоактивных веществ / **А. М. Возный, Ю. А. Казимиренко, Т. А. Фарионова** // Управління розвитком складних систем : зб. наук. пр. – К. : КНУБА, 2012. – № 10. – С. 37–41. – **(фахове видання України) – авторський вклад: складання моделі задачі проектування конструкцій, вибір інтервалів варіювання, попарне порівняння критеріїв.**

17. Проектная оценка технического состояния судовых конструкций с использованием информационно-поисковых систем / **Ю. А. Казимиренко,**

Т. А. Фарионова, С. А. Казимиренко и др. // Вісн. НТУ «ХПІ». – Х. : НТУ «ХПІ», 2014. – № 3 (1046). – С. 60–64 (**фахове видання України**). – **авторський вклад**: визначення механізмів проектної оцінки технічного стану конструкцій, участь у розробці інформаційно-пошукової системи.

18. Фарионова, Т. А. Выбор состава композиционных материалов и покрытий технических средств для перевозки опасных грузов на основе экспертных оценок / Т. А. Фарионова, Ю. А. Казимиренко // Вісн. НУК (електрон. фахове вид. України). – Миколаїв : НУК, 2011. – С. 155–164. (електрон. фахове вид. України, входить до НМБ: WorldCAD, BieleFel, Academic) – **авторський вклад**: вибір та обґрунтування хімічного складу композиційних матеріалів і покриттів, дослідження структури та властивостей, визначення граничних умов експлуатації.

19. Казимиренко, Ю. А. Исследование процесса получения псевдосплава из порошков бронзы и баббита / Ю. А. Казимиренко // Зб. наук. пр. НУК. – Миколаїв : НУК, 2005. – № 5 (404). – С. 29–33 (**фахове видання України**).

Патенти

20. Пат. 111654 Україна, МПК В63В3/00. Спосіб захисту конструкцій суден і плавучих споруд від дії іонізуючих випромінювань / Ю. О. Казимиренко ; заявник і патентовласник Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова. – № а201409822 ; заявл. 10.02.2015 ; опубл. 25.05.2016, Бюл. № 10.

Статті у наукових і фахових виданнях за спеціальністю 05.17.11

21. Казимиренко, Ю. О. Порошки систем $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$ і $\text{K}_2\text{O}-\text{PbO}-\text{SiO}_2$: переробка відходів і процеси розм'якшення / Ю. О. Казимиренко // East European Scientific Journal Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe. – 2018. – № 7 (35), vol. 2. – Р. 21–30. – (**іноземне видання, НМБ eLIBRARY**).

22. Казимиренко, Ю. О. Вплив високотемпературних технологій на структуру порожніх мікросфер / Ю. О. Казимиренко, Н. Ю. Лебедева // East European Scientific Journal Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe. – 2018. – № 5 (33), vol. 1. – Р. 41–49 – (**іноземне видання, НМБ eLIBRARY**) – **авторський вклад**: дослідження структури ПСМ та процесів структуроутворення покриттів на основі Св-08Г2С.

23. Kazymyrenko, Y. The Thermomechanical Processes in Metal-Glass Coating of Vessel Constructions and Floating Facilities for radioactive Cargo / Y. Kazymyrenko // The advanced science. – 2016. – Iss. 2. – P. 38–44. – **(іноземне видання, входить до НМБ: Index Copernicus, CrossRef, Google Scholar, WorldCAD, CNKI Scholar, РИНЦ та ін.).**

24. Kazymyrenko, Y. The Effective Mechanical Properties of Metal-Glass Materials / Y. Kazymyrenko // The advanced science journal. – 2016. – Iss. 1. – P. 90–94. – **(іноземне видання, НМБ: Index Copernicus, CrossRef, Google Scholar та ін.).**

25. Казимиренко, Ю. А. Влияние структурной неоднородности полых стеклянных микросфер на физико-химические процессы формирования материалов и покрытий / Ю. А. Казимиренко // Технологический аудит и резервы производства : науч. журн. – Х. : Технологический центр, 2015. – № 6/7 (26). – С. 20–25. – **(фахове видання України, входить до НМБ: Index Copernicus, Periodical Directory, DRIVER, BASE, РИНЦ, ResearchBib, DOAJ, WorldCAD, EBSCD).**

26. Kazimirenko, Y. A. Radiation Resistange of Metal-Glass Coatings for Floating composite structures / Y. A. Kazimirenko, V. V. Schlapatskaya // Shipbulding & marine infrastructure. – 2015. – № 1 (3). – P. 111–121. – **(фахове видання України, НМБ eLIBRARY) – авторський вклад: дослідження структури та властивостей покриттів, узагальнення результатів.**

27. Kazymyrenko, Y. Patterns and Mechanisms of interaction of Radioactive Cargo Radiation wite Metal-Glass Layer of Watercrats Structure / Y. Kazymyrenko // The advanced science journal. – 2014. – Iss. 12. – P. 45–48. – **(іноземне видання, НМБ: Index Copernicus, CrossRef, Google Scholar, WorldCAD, CNKI Scholar, РИНЦ та ін.).**

28. Исследование демпфирующих свойств электродуговых покрытий, наполненных полыми стеклянными микросферами / Ю. А. Казимиренко, Н. Ю. Лебедева, А. А. Карпеченко и др. // Зб. наук. пр. НУК. – Миколаїв : НУК, 2013. – № 1 (446). – С. 56–59. – **(фахове видання України, НМБ: Index Copernicus, WorldCAD, BASE, CrossRef) – авторський вклад: вибір складу, дослідження структури, визначення впливу об'ємного вмісту ПСМ на коефіцієнт розсіювання енергії.**

29. Казимиренко, Ю. А. Закономерности формирования металлостеклянных материалов и покрытий с повышенными рентгенозащитными свойствами / Ю. А. Казимиренко // Технологический аудит и резервы производства : науч. журн. – Х. : Технологический центр, 2013. – № 6/2 (14). – С. 4–8. – **(НМБ: Index Copernicus, Ulrich's Periodical Directory, DRIVER, BASE, РИНЦ, ResearchBib, DOAJ, WorldCAD, EBSCD).**

30. Казимиренко, Ю. А. Управление качеством в проектах создания радиационно-стойких композиционных материалов и покрытий / Ю. А. Казимиренко, Т. А. Фарионова // Вост.-Европ. журн. передовых технологий. – Х. : Технологический центр, 2013. – № 1/10 (61). – С. 171–179. – **(фахове видання України, входить до НМБ: РИНЦ, Index Copernicus, Ulrich's Periodicals Directory, EBSCD, DOAJ, Google Scholar) – авторський вклад: постановка завдання, вибір критеріїв якості, узагальнення результатів.**

31. Фарионова, Т. А. Когнитивное моделирование в проектировании композиционных материалов и покрытий / Т. А. Фарионова, Ю. А. Казимиренко // Вост.-Европ. журн. передовых технологий. – Х. : Технологический центр, 2011. – № 1/6 (49). – С. 36–39. – **(фахове видання України, входить до НМБ РИНЦ, Index Copernicus, Ulrich's Periodicals Directory, EBSCD, DOAJ, Google Scholar) – авторський вклад: складання моделі задачі проектування радіаційностійких композиційних матеріалів і покриттів.**

32. Казимиренко, Ю. О. Перспективи застосування металоскляних покриттів з підвищеними рентгенозахисними властивостями для конструкцій технічних засобів перевезення радіоактивних речовин / Ю. О. Казимиренко // Вісн. ЛДУ БЖД. – Л. : ЛДУ БЖД, 2013. – № 8. – С. 134–140 **(фахове видання України).**

33. Формирование электродуговых покрытий с повышенной прочностью, демпфирующей способностью и коэффициентом поглощения излучений / Ю. А. Казимиренко, Н. Ю. Лебедева, А. А. Карпеченко и др. // Наукові нотатки : міжвуз. зб. – Луцьк : ЛНТУ, 2013. – № 41, ч. 1. – С. 117–121 **(фахове видання України).** – **авторський вклад: встановлення взаємозв'язку між структурою і рентгенозахисними властивостями покриттів.**

34. Формирование ультрадисперсной структуры в композиционных электродуговых покрытиях, наполненных полыми стеклянными микросферами

/ **Ю. А. Казимиренко**, А. А. Карпеченко, А. А. Жданов и др. // Вісн. НУК. – Миколаїв : НУК, 2013. – С. 109–114 (*електрон. Фахове видання України, НМБ: WorldCAD, BieleFeld, Academic*). – *авторський вклад: дослідження особливостей структури і поверхні поділу фаз у електродугових покриттях.*

35. Казимиренко, Ю. А. Формирование электродуговых покрытий, наполненных полыми стеклянными микросферами / **Ю. А. Казимиренко**, А. А. Карпеченко // Зб. наук. пр. НУК. – Миколаїв : НУК, 2009. – № 1 (424). – С. 81–86 (*фахове видання України*). – *авторський вклад: вибір складу та дослідження особливостей структури покриттів.*

36. Фарионова, Т. А. Применение метода анализа иерархий в задачах проектирования композиционных материалов / Т. А. Фарионова, **Ю. А. Казимиренко** // Вестн. ХНТУ. – Херсон, 2009. – № 34. – С. 373–377 (*фахове видання України*) – *авторський вклад: одержання експериментальних зразків, вибір критеріїв оцінювання захисних властивостей.*

37. Исследование ослабления ионизирующего излучения композиционными материалами / **Ю. А. Казимиренко**, А. А. Карпеченко, С. И. Шкурат и др. // Зб. наук. пр. НУК. – Миколаїв : НУК, 2009. – № 2 (425). – С. 105–109 (*фахове видання України*). – *авторський вклад: одержання експериментальних зразків, розрахунки рентгенозахисних характеристик, узагальнення результатів.*

38. Казимиренко, Ю. А. Структурные особенности формирования металлостеклянных композиционных материалов на основе полых стеклянных микросфер / **Ю. А. Казимиренко**, Г. В. Волков // Зб. наук. пр. НУК. – Миколаїв : НУК, 2006. – № 6 (411). – С. 81–86 (*фахове видання України*). – *авторський вклад: розроблення способу одержання матеріалів, дослідження усадочних процесів та особливостей мікроструктури.*

39. Казимиренко, Ю. А. Новые металлостеклянные композиционные материалы на основе полых стеклянных микросфер / Ю. А. Казимиренко // Зб. наук. пр. НУК. – Миколаїв : НУК, 2005. – № 2 (401). – С. 40–44 (*фахове видання України*).

Патенти на винахід

40. Пат. 74476 Україна, МПК (2004) C22C1/08, B22F3/16. Спосіб одержання пористого матеріалу / Ю. О. Казимиренко. – № а2004032111 ; заявл. 23.03.2004 ; опубл. 15.12.2005, Бюл. № 12.

41. Пат. 95678 Україна, МПК⁷ C21D 8/00, C22F 1/00. Спосіб деформаційно-термічної обробки металів та сплавів / О. М. Дубовий, Т. А. Янковець, Н. Ю. Лебедєва, Ю. О. Казимиренко та ін. – Заявл. 01.03.2010 ; опубл. 25.07.2011, Бюл. № 14. – **авторський вклад:** виявлення закономірностей формування нанорозмірних ефектів при ПТО, якій у подальшому апробовано на метал-скляних електродугових покриттях.

Патенти на корисну модель

42. Пат. 90580 Україна, МПК C23C4/00 (2014), C 4/04 (2006). Спосіб нанесення електродугових покриттів / **Ю. О. Казимиренко**, Н. Ю. Лебедєва, А. А. Карпеченко, О. О. Жданов ; заявник і патентовласник Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова. – № 056162013 ; заявл. 30.04.2013 ; опубл. 10.06.2014, Бюл. № 11 – **авторський вклад:** вибір складу та встановлення впливу об'ємного вмісту ПСМ на коефіцієнт розсіювання енергії.

43. Пат. 97311 Україна, МПК B22F3/14. Спосіб формування порошкового покриття на поверхні виробу / Ю. О. Казимиренко ; заявник і патентовласник Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова. – № 2014819 ; заявл. 08.09.2014 ; опубл. 10.03.2015, Бюл. № 5.

44. Пат. 99331 Україна, МПК B22F3/14. Установка для виготовлення порошкових виробів / Ю. О. Казимиренко ; заявник і патентовласник Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова. – № 201414197 ; заявл. 30.12.2014 ; опубл. 25.05.2015, Бюл. № 10.

Опубліковані праці апробаційного характеру

45. Казимиренко, Ю. О. Вплив температурних факторів на структурний стан дисперсних скляних наповнювачів систем $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$, $\text{K}_2\text{O}-\text{PbO}-\text{SiO}_2$ / Ю. О. Казимиренко // Матеріали VIII міжнар. наук.-техн. конф. «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці». – Миколаїв : НУК, 2017. – С. 137–139 (очна участь).

46. Казимиренко, Ю. О. Принципи розробки багатофункціональної установки для термодетонаційних способів формування / Ю. О. Казимиренко // Матеріали VII міжнар. наук.-техн. конф. «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці». – Миколаїв : НУК, 2016. – С. 118–120 (очна участь).

47. Казимиренко, Ю. А. Применение экспертных методов для оценки толщины защитного слоя композитных конструкций судов для перевозки радиоактивных грузов / **Ю. А. Казимиренко**, Т. А. Фарионова // Матеріали VI міжнар. наук.-техн. конф. «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці». – Миколаїв : НУК, 2015. – С. 155–157 – *авторський вклад: встановлення взаємозв'язку між проектними факторами (очна участь).*

48. Казимиренко, Ю. А. Закономерности, процессы и механизмы взаимодействия ионизирующих излучений с металлостеклянными материалами и покрытиями / Ю. А. Казимиренко // Матеріали V міжнар. наук.-техн. конф. «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці». – Миколаїв : НУК, 2014. – С. 175–178 (очна участь).

49. Казимиренко, Ю. А. Исследование возможности повышения демпфирующих свойств судовых конструкций / **Ю. А. Казимиренко**, Н. Ю. Лебедева // Матеріали IV міжнар. наук.-техн. конф. «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці». – Миколаїв : НУК, 2013. – С. 144–146. – *авторський вклад: вибір складу метал-скляних електродугових покриттів, аналіз взаємозв'язку між структурою матеріалів і властивостями конструкцій (очна участь).*

50. Коррозионная стойкость композиционных покрытий в агрессивных средах / **Ю. А. Казимиренко**, А. А. Карпеченко, А. А. Жданов и др. // Матеріали III міжнар. наук.-техн. конф. «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці». – Миколаїв : НУК, 2012. – С. 200–202 – *авторський вклад: дослідження механізмів руйнування зразків опромінених метал-скляних покриттів у розчинах кислот (очна участь).*

51. Kazimirenko, J. Innovative projects of radioactive substances transportation and storage hardware creation / **J. Kazimirenko**, T. Farionova, I. Mihelev // Матеріали II міжнар. наук.-техн. конф. «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці». – Миколаїв, 2011. – С. 576–577 – *авторський вклад: аналіз сучасних тенденцій транспортування РАВ з урахуванням їх властивостей (очна участь).*

52. Казимиренко, Ю. А. Композиционные материалы для технических и транспортных средств перевозки и хранения опасных грузов / Ю. А. Казимиренко // Матеріали I міжнар. наук.-техн. конф. «Інновації в

суднобудуванні та океанотехніці». – Миколаїв, 2010. – С. 142–143 (очна участь).

53. Казимиренко, Ю. О. Науково-методичні підходи до теоретичних і експериментальних досліджень при проектуванні захисних конструкцій плавучих об'єктів для зберігання радіоактивних речовин / Ю. О. Казимиренко // Матеріали VI всеукр. наук.-техн. конф. з міжнар. участю «Підводна техніка і технологія». У 2 ч. – Миколаїв : НУК, 2016. – Ч. 1. – С. 18–21 (очна участь, пленарне засідання).

54. Казимиренко, Ю. А. Тепловое состояние грузовой зоны плавучих композитных сооружений, предназначенных для хранения радиоактивных веществ / Ю. А. Казимиренко // Матеріали V всеукр. наук.-техн. конф. з міжнар. участю «Підводна техніка і технологія». – Миколаїв : НУК, 2015. – С. 31–35 (очна участь).

55. Казимиренко, Ю. А. Проектирование и формирование композитных конструкций плавучих сооружений для перевозки и хранения радиоактивных грузов / Ю. А. Казимиренко // Матеріали IV всеукр. наук.-техн. конф. з міжнар. участю «Підводна техніка і технологія». – Миколаїв : НУК, 2014. – С. 22–25 (очна участь).

56. Казимиренко, Ю. О. Вплив енергетичних параметрів радіоактивних вантажів на проектування суднових конструкцій біологічного захисту / Ю. О. Казимиренко // Матеріали всеукр. наук.-техн. конф. з міжнар. участю «Сучасні технології проектування, побудови та ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд». – Миколаїв : НУК, 2017. – С. 62–64 (очна участь).

57. Казимиренко, Ю. А. Прогнозирование тепловой безопасности композитных плавучих сооружений, предназначенных для транспортировки и хранения радиоактивных грузов / Ю. А. Казимиренко // Матеріали всеукр. наук.-техн. конф. з міжнар. участю «Сучасні технології проектування, побудови та ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд». – Миколаїв : НУК, 2016. – С. 32–35 (очна участь).

58. Применение методов системного анализа и когнитивного моделирования в задачах перевозки опасных грузов водным транспортом / **Ю. А. Казимиренко**, Т. А. Фарионова, С. А. Казимиренко и др. // Материалы IV междунар. науч.-практ. конф. «Современные порты – проблемы и решения». – О., 2012. – С. 238–240. – *авторський вклад: формулювання сюрвейерських*

задач при транспортуванні небезпечних вантажів водним транспортом (заочна участь).

59. Модели и механизмы управления проектами морских перевозок опасных грузов / **Ю. А. Казимиренко**, Т. А. Фарионова, С. А. Казимиренко и др. // Матеріали науч.-практ. конф. «Проблемы развития транспортной логистики». – О. : ОНМУ, 2012. – С. 105–108 – **авторський вклад: узагальнення результатів досліджень** (заочна участь).

60. Казимиренко, Ю. А. Применение причинно-следственных диаграмм на этапах технологической подготовки судовых композитных конструкций / Ю. А. Казимиренко // Матеріали XI міжнар. наук.-практ. конф. «Управління проектами: стан та перспективи». – Миколаїв : НУК, 2016. – С. 68–70 (очна участь).

61. Казимиренко, Ю. А. Информационные технологии в проектировании радиационно-стойких материалов и конструкций / **Ю. А. Казимиренко**, Т. А. Фарионова // Матеріали X міжнар. наук.-практ. конф. «Управління проектами: стан та перспективи». – Миколаїв : НУК, 2015. – С. 51–52 – **авторський вклад: постановка задачі дослідження, розробка структурної моделі інформаційної підтримки** (заочна участь).

62. Фарионова, Т. А. Системный подход к управлению качеством на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации судовых конструкций / Т. А. Фарионова, **Ю. А. Казимиренко** // Матеріали IX міжнар. наук.-практ. конф. «Управління проектами: стан та перспективи». – Миколаїв : НУК, 2014. – С. 301–304 – **авторський вклад: визначення критеріїв якості радіаційно стійких композиційних матеріалів** (очна участь).

63. Казимиренко, Ю. А. Управление качеством новых композиционных материалов и покрытий / **Ю. А. Казимиренко**, Т. А. Фарионова, И. Л. Михелев // Матеріали VII міжнар. наук.-практ. конф. «Управління проектами: стан та перспективи». – Миколаїв, 2011. – С. 130–132 (очна участь).

64. Возный, А. М. Применение когнитивного подхода для проектирования конструкций из радиационно-стойких композиционных материалов / А. М. Возный, **Ю. А. Казимиренко**, Т. А. Фарионова // Матеріали міжнар. наук.-техн. конф. «Комп'ютерні науки: освіта, наука, практика». – Миколаїв : НУК, 2012. – С. 49–52 – **авторський вклад: складання моделі задачі, аналіз взаємного впливу факторів** (очна участь).

65. Казимиренко, Ю. А. Информационная поддержка принятия решений на этапе эксплуатации судовых конструкций / Ю. А. Казимиренко // Матеріали VI міжнар. наук.-практ. конф. «Інформаційні управляючі системи та технології». – О. : ОНМУ, 2017. – С. 254–257 (очна участь).

66. Казимиренко, Ю. О. Застосування інформаційних систем в задачах оцінювання експлуатаційних дефектів композиційних конструкцій суден / Ю. О. Казимиренко // Матеріали V міжнар. наук.-практ. конф. «Інформаційні управляючі системи та технології». – О. : ОНМУ, 2016. – С. 247–250 (очна участь).

67. Фарионова, Т. А. Информационно-поисковые системы для проектирования и оценки технического состояния композитных конструкций судов / Т. А. Фарионова, **Ю. А. Казимиренко** // Матеріали IV міжнар. наук.-практ. конф. «Інформаційні управляючі системи та технології». – О. : ОНМУ, 2015. – С. 31–35. – *авторський вклад: розроблення інформаційної моделі оцінювання технічного стану* (очна участь).

68. Kazimirenko, Y. A. The use new informational-search systems for assessing technical conditions of ship constructions / **Y. A. Kazimirenko, T. A. Farionova** // Матеріали міжнар. наук.-практ. конф. «Інформаційні управляючі системи та технології». – О. : ОНМУ, 2014. – С. 54–56. – *авторський вклад: дослідження механізмів проектної оцінки технічного стану конструкцій суден* (очна участь).

69. Фарионова, Т. А. Применение когнитивного моделирования в задачах проектирования новых материалов / **Т. А. Фарионова, Ю. А. Казимиренко** // Матеріали міжнар. наук.-практ. конф. «Інформаційні управляючі системи та технології». – О. : ОНМУ, 2013. – С. 53–55. – *авторський вклад: формулювання задачі проектування нових матеріалів, вибір критеріїв когнітивного моделювання* (очна участь).

70. Казимиренко, Ю. А. Формирование изделий судовой арматуры методом горячего прессования / **Ю. А. Казимиренко**, Н. Ю. Лебедева // Матеріали всеукр. наук.-техн. конф, присвяч. 55-річчю кафедри зварювального виробництва НУК ім. адм. Макарова ; III всеукр. наук.-техн. конф. студ., асп. і молодих науковців. – Миколаїв : НУК, 2014. – С. 46–48 – *авторський вклад: розроблення технології формування покриття для ремонту суднової запірної арматури* (очна участь).

71. Термостойкость облученных металлостеклянных покрытий / **Ю. А. Казимиренко**, А. А. Карпеченко, А. А. Жданов и др. // Матеріали II всеукр. наук.-техн. конф. студ., асп. і молодих науковців «Зварювання, споріднені процеси і технології». – Миколаїв : НУК, 2012. – С. 82–83. – **авторський вклад: дослідження механізмів руйнування опромінених покриттів при термоциклічних навантаженнях** (очна участь).

72. Казимиренко, Ю. А. Применение отходов стекольного производства в процессах формирования покрытий для защиты от ионизирующих излучений / Ю. А. Казимиренко // Материалы XXX междунар. конф. «Композиционные материалы в промышленности», 7–10 июня 2010 г., Ялта. – К., 2010. – С. 429–431 (очна участь).

73. Композиционные материалы для защиты от ионизирующих излучений / **Ю. А. Казимиренко**, А. А. Карпеченко, С. И. Шкурат и др. // Материалы XXIX междунар. конф. «Композиционные материалы в промышленности», 1–5 июня 2009 г., Ялта. – К., 2009. – С. 339–341 – **авторський вклад: систематизація та узагальнення експериментальних результатів досліджень рентгенозахисних властивостей** (очна участь).

74. Казимиренко, Ю. А. Влияние радиационного облучения на фазовый состав стеклокомпозитов / **Ю. А. Казимиренко**, А.А. Жданов // Материалы XXIX междунар. конф. «Композиционные материалы в промышленности», 30 мая–3 июня 2007 г., Ялта. – К., 2007. – С. 327. – **авторський вклад: аналіз зміни структури у опромінених матеріалах** (очна участь).

75. Казимиренко, Ю. О. Прогнозування напруженого стану двошарових захисних конструкцій в умовах короткочасних температурних навантажень / Ю. О. Казимиренко, І. А. Колесар // Матеріали IV міжнар. наук.-практ. конф. «Актуальні проблеми інженерної механіки». – О., 2017. – С. 48–51. – **авторський вклад: постановка задачі досліджень та визначення умов руйнування конструкцій** (очна участь).

76. Казимиренко, Ю. О. Моделювання термомеханічних процесів у опромінених композиційних покриттях захисних конструкцій суден і плавучих споруд / Ю. О. Казимиренко // Материалы III междунар. науч.-техн. конф. «Актуальные проблемы инженерной механики». – О., 2016. – С. 84–87 (очна участь).

77. Казимиренко, Ю. О. Металоскляні матеріали і покриття захисних конструкцій суден і плавучих споруд, призначених для перевезення та зберігання радіоактивних вантажів / Ю. О. Казимиренко // Матеріали IX междунар. конф. «Материалы и покрытия в экстремальных условиях: исследования, применение, экологически чистые технологии производства и утилизации изделий». – К. : Ин-т проблем материаловедения им. И. Н. Францевича НАНУ, 2016. – С. 19 (пленарна доповідь).

78. Казимиренко, Ю. О. Структурна неоднорідність порожніх скляних мікросфер натрійсилікатного складу / Ю. О. Казимиренко // Матеріали всеукр. конф. молодих науковців «Актуальні проблеми сучасної хімії». – Миколаїв : НУК, 2017. – С. 28–30 (пленарна доповідь).

Публікації, які додатково відображають наукові результати

79. Інженерне матеріалознавство : підручник для студ. вищ. навч. закл. (з грифом МОНУ) / О. М. Дубовий, **Ю. О. Казимиренко**, Н. Ю. Лебедева та ін. – Миколаїв : НУК, 2009. – 444 с. – **авторський вклад: частина 4: «Неметалеві матеріали», р. 12 і 13 в ч. 1.**

80. Казимиренко, Ю. О. Методичні вказівки до виконання курсової і лабораторних робіт з дисципліни «Дисперсні матеріали та композити» / **Ю. О. Казимиренко**, А. А. Карпеченко. – Миколаїв : НУК, 2018. – 98 с. – **авторський вклад: постановка лабораторних робіт з дослідження неметалічних порошків, процесів їх пресування та спікання.**

81. Казимиренко, Ю. А. Инновационные проекты защиты технических средств перевозки и хранения радиоактивных веществ / **Ю. А. Казимиренко**, Т. А. Фарионова, С. О. Слободян // Матеріали VI міжнар. наук.-практ. конф. «Управління проектами: стан та перспективи». – Миколаїв : НУК, 2010. – С. 117–120. – **авторський вклад: визначення етапів комплексного захисту конструкцій технічних засобів (очна участь).**