

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**Національний комітет України з теоретичної і прикладної механіки
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Інститут проблем машинобудування ім. А.Н. Підгорного НАН України
Національний аерокосмічний університет імені Жуковського (ХАІ)**

**Одеський національний політехнічний університет
International Centre of Modern Education, (Prague, Czech Republic)**

Wydział Mechaniczny Uniwersytet Morski w Gdyni (Poland)

ЗМКБ «Прогрес» імені академіка А.Г. Івченко

**Державне підприємство Науково-виробничий комплекс газотурбобудування
«Зоря»-«Машпроект»**

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ІНЖЕНЕРНОЇ МЕХАНІКИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

МАТЕРІАЛИ

**VIII Міжнародної науково-технічної конференції, присвяченої
100-річчю Машинобудівного навчально-наукового інститута
НУК імені адмірала Макарова**

23-24 жовтня 2024 року

**Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
Машинобудівний навчально-науковий інститут
вул. Кузнецька 5**

**Миколаїв
«Ілліон»
2024**

УДК 539.3:621.822

М90

ОРГАНІЗАТОРИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний комітет України з теоретичної і прикладної механіки

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Національний аерокосмічний університет імені Жуковського (ХАІ)

Одеський національний політехнічний університет

International Centre of Modern Education, (Prague, Czech Republic)

Wydział Mechaniczny Uniwersytet Morski w Gdyni (Poland)

Державне підприємство Науково-виробничий комплекс газотурбобудування
«Зоря»—«Машпроект»

ЗМКБ «Прогрес» імені академіка А.Г. Івченко

Матеріали публікуються за оригіналами, поданими авторами. Претензії до організаторів не приймаються.

Відповідальні за випуск: М. Р. Ткач, С. О. Моргун

М90 Актуальні проблеми інженерної механіки та технології машинобудування: Матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції, присвяченої 100-річчю Машинобудівного навчально-наукового інституту НУК імені адмірала Макарова. – Миколаїв: Ілліон, 2024. – 110с.

ISBN

У збірнику наведені матеріали міжнародної науково-технічної конференції, яка відбулась у Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова (м. Миколаїв) 23 жовтня 2024 року.

Метою конференції є обмін науково-технічною інформацією і визначення перспективних напрямків фундаментальних і практичних досліджень та розв'язування прикладних задач в галузі інженерної механіки з питань проектування, математичного моделювання та дослідження технічних систем, міцності та надійності інженерних конструкцій, використання прогресивних технологій виробництва складних механічних систем.

Матеріали збірника можуть бути корисними для науковців, інженерно-технічних працівників, викладачів, аспірантів, студентів.

УДК 539.3:621.822

ISBN

Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, 2024

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова:

- **Є.І. Трушляков** - д.т.н., професор, ректор Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова (м. Миколаїв);

Заступники голови:

- **С. І.Сербін** - д.т.н., професор, директор Машинобудівного навчально-наукового інститута НУК (м. Миколаїв);
- **М.Р. Ткач**, - д.т.н., професор, завідувач кафедри інженерної механіки та технології машинобудування НУК, д-р техн наук, професор (м. Миколаїв);
- **С.В. Драган** – к.т.н., професор, завідувач кафедри зварювального виробництва НУК (м. Миколаїв);
- **О.С. Митрофанов**, доцент кафедри Двигунів внутрішнього згоряння, установок та технічної експлуатації НУК, д-р. техн. наук, доцент.

Вчений секретар:

- **С.О. Моргун** -к.т.н., доцент, доцент кафедри інженерної механіки та технології машинобудування НУК (м. Миколаїв)

Члени організаційного комітету:

- **М. Р. Ткач** - д.т.н., професор, завідувач кафедри інженерної механіки та технології машинобудування НУК, (м. Миколаїв);
- **С. М. Доценко** - к.т.н., доцент, директор Первомайської філії НУК (м. Миколаїв);
- **Л. І. Коростильов** - д.т.н., професор, професор кафедри будівельної механіки судна (м. Миколаїв);
- **С. Б. Кулішов** - к.т.н., заступник головного конструктора ДП НВКГ «Зоря»-«Машпроект» (м. Миколаїв);
- **О. А. Оргіян** – д.т.н., професор, завідувач кафедри технології машинобудування ОНПУ (м. Одеса);
- **М. Г. Тройніч** – директор з виробництва ДП НВКГ «Зоря»-«Машпроект» (м. Миколаїв);

УДК 621.74

ЛИТТЯ ПО ГАЗИФІКОВАНИМ МОДЕЛЯМ – ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДУ, ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРЕВАГИ

С.Ж. Боду

*старший викладач кафедри інженерної механіки та технології
машинобудування*

*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м.
Миколаїв, Україна*

О.В. Бабійчук

*магістрант Національного університету кораблебудування імені адмірала
Макарова, м. Миколаїв, Україна*

За останні десятиліття технології ливарного виробництва активно розвиваються. Одним із інноваційних методів, який суттєво змінив підхід до виготовлення виливків, є лиття по газифікованим моделям (ЛГМ-процес). Суть методу полягає у використанні моделі з пінополістиролу, яка газифікується при заливці розплавленого металу. Це усуває необхідність вилучення моделі перед заливкою, що спрощує процес і знижує ймовірність дефектів, пов'язаних з неправильною збіркою форми. Метод дозволяє виготовляти виливки складних форм без використання стрижнів, а висока точність досягається завдяки відсутності роз'ємів форми.

У ході досліджень були вивчені процеси, що відбуваються у ливарній формі при виготовленні виливків з чорних та кольорових сплавів за газифікованими моделями, особливості формування фізико-механічних властивостей виливків з різних сплавів за ЛГМ-процесом [1, 2, 3, 4]. Пінополістирол при об'ємній щільності 20-30 г/см³ має низьку теплопровідність ($\lambda = 0,035 \dots 0,040$ Вт/(м×К)), теплоємність ($c = 1200$ Дж/(кг×К).) і температуропровідність ($\alpha = 5 \times 10^{-4}$ м²/с), тому процес термодеструкції моделі в порожнині форми під дією теплової енергії розплавленого металу відбувається у вузькій зоні взаємодії моделі з металом.

Розмір і швидкість її переміщення визначаються теплофізичними властивостями моделі, властивостями форми, температурою і швидкістю заповнення форми металом.

Температура металу при заливці є ключовим фактором, що визначає термодеструкцію пінополістиролу і склад виділюваних продуктів. Оптимальна швидкість підйому металу важлива для збереження цілісності форми та видалення продуктів розкладання.

Дослідження показали, що для отримання якісних виливків необхідно підтримувати термодинамічну рівновагу між деструкцією моделі та підйомом металу. Термодеструкція пінополістиролу супроводжується утворенням рідких, газоподібних і твердих продуктів, кількість яких залежить від температури. Газоподібні продукти видаляються через зазор за допомогою вакуумної системи, а тверді, включаючи активний вуглець, переносяться в пісок, що призводить до науглецювання поверхні виливків. Особливо небезпечною є "рідка фаза", яка може створювати дефекти у вигляді раковин, заповнених вуглецем.

Переваги лиття за газифікованими моделями полягають в наступному:

- Висока точність виливків.
- Виготовлення складних деталей.
- Зниження трудових витрат. На деяких заводах трудовитрати на складання та очищення зменшилися до 30% завдяки тому, що газифіковані моделі не залишають слідів на виливках.
- Економічна ефективність. Метод дешевший завдяки зниженню витрат на моделі, зменшенню припусків на обробку і можливості автоматизації виробництва.
- Універсальність. Метод застосовний як для одиничного, так і для масового виробництва складних виливків.

- Екологічність. Метод зменшує пильні та шкідливі викиди, покращуючи умови праці та знижуючи вплив на довкілля в порівнянні з традиційними методами лиття (табл.) [5].

Таблиця 1. Порівняння характеристик найбільш поширених методів лиття

Спосіб лиття	Матеріал виливка	Викиди на тонну заготовки (кг)	Питомі витрати енергії (кВт- год/тонна)	Споживання води (м³/тонна)	Утворення відходів (кг/тонна)
Лиття у піщані форми	Чавун	50-100	1500-2000	2-5	150-250
Лиття у піщані форми	Сталь	40-80	1800-2500	3-6	120-200
Лиття під тиском	Алюміній	10-20	800-1200	1-2	50-100
Лиття по виплавлених моделях	Сталь	30-50	2000-3000	2-4	100-150
Лиття по газифікованих моделях	Сталь	15-30	1800-2200	0,5-1	50-80

Висновки: Лиття за газифікованими моделями стало важливим етапом у розвитку ливарного виробництва. Цей метод дозволяє підвищувати точність виливків, прискорювати виробничий процес і скорочувати витрати. Впровадження цієї технології у серійне та масове виробництво відкриває нові горизонти для машинобудування та інших галузей. Завдяки постійним

інноваціям і вдосконаленням, метод лиття за газифікованими моделями продовжує займати провідні позиції серед сучасних ливарних технологій.

Література

1. Шуляк В.С. Лиття по газифікованим моделям. — К : НВО «Професіонал», 2007. — 408 с. І
2. Дорошенко В.С. Лиття по газифікованим моделям з кристалізацією металу під тиском. *Ливарне виробництво*. 2016. № 1. С. 25–28.
3. Патент 67906 Україна, МПКВ22С9/04. Спосіб лиття за моделями, що газифікуються / О.Й. Шинський, В.Т. Шульга, Л.П. Вишнякова та ін. Опубл. 10.09.2007, Бюл. № 14.
4. Патент 147217 Україна, МПКВ22С7/07, В22С9/04. Спосіб лиття металу за моделями, що газифікуються, з окисленням продуктів газифікації / О.Й. Шинський, В.С. Дорошенко. Опубл. 21.04.2021, Бюл. № 16.
5. Основиметалургійноговиробництваметалівісплавів: підручн. / Д. Ф. Чернегатаін.; заред. Д. Ф. Чернеги, Ю. Я. Готвянського. Київ : Вищашкола, 2006. 503 с.

УДК 621.74

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ НА НЕСУЧУ ЗДАТНІСТЬ І ДОВГОВІЧНІСТЬ ЗУБЧАСТИХ ПЕРЕДАЧ

С.Ж. Боду

*старший викладач кафедри інженерної механіки та технології
машинобудування*

*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м.
Миколаїв, Україна*

О.В. Григор'єв

*магістрант Національного університету кораблебудування імені адмірала
Макарова, м. Миколаїв, Україна*

ЗМІСТ

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

<i>Харитонов Ю.М.</i> РОЗВИТОК АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У КНР	4	ПЛ1
<i>Баланюк Г.В., Оргіян О.А., Колесник В.М.</i> ЗАДАЧІ ДИНАМІКИ У ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ	6	ПЛ2
<i>Ткач М.Р., Золотий Ю.Г., Костріков О.А.</i> ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ТА РОЗРАХУНКОВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДИСКУ	9	ПЛ3

СЕКЦІЯ №1

Новітні досягнення у галузі прикладної механіки

<i>Ткач М.Р., Шинкаренко А.А.</i> ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ ПОЛІМЕРНИХ ВИРОБІВ МЕТОДАМИ 3D ДРУКУ	13	C101
<i>Гладченко Д.С., Драган С.В., Сімутенков І.В.</i> УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ЗВАРЮВАЛЬНИХ РОБІТ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ МОСТОВИХ ПЕРЕХОДІВ	21	C102
<i>Morhun S., Melnychenko O., Shmakov D., Kachmar A., Zeinalov T., Marynych M.</i> DETERMINATION OF THE GAS TURBINE DISKS THERMAL STATE	23	C103
<i>Smetankina N., Morhun S.</i> DETERMINATION OF THE SINGLE SHAFT GAS TURBINE ROTORS STRESS-STRAIN STATE	26	C104
<i>Костін О.М., Шаблій Т.Ю.</i> СПОСОБИ АКТИВАЦІЇ ГАЗОВОГО СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ ЗВАРЮВАННЯ ТА СПОРІДНЕНИХ ПРОЦЕСІВ	29	C105
<i>Галинкін Ю.М., Бедринець Т.М., Дроздова О.А., Жур О.О., Злоба Т.В.</i> ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ПАЛИВА В ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНАХ	37	C106
<i>Галинкін Ю.М., Чабанов Б.В., Скопа В.Ю., Ненько А.А., Пасечнюк М.В.</i>	41	C107

ТЕХНОЛОГІЯ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОТИ СУДНОВИХ ДИЗЕЛІВ УСТАНОВКАМИ З НИЗЬКОКИПЛЯЧИМ РОБОЧИМ ТІЛОМ

Познанський А.С., Митрофанов О.С. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ
АНТИФРИКЦІЙНОЇ ПРИСАДКИ НА ПОТУЖНІСТЬ МЕХАНІЧНИХ
ВТРАТ РОТОРНО-ПОРШНЕВОГО ДВИГУНА 44 C108

Tarasenko O.I, Lytosh O.V., Tarasenko A.O. FEATURES OF THE
ANALYTICAL SOLUTION OF THE EULER EQUATIONS FOR THE
FREE MOTION OF AN ASYMMETRIC TOP (DZHANIBEKOV'S
EFFECT). 50 C109

Ткач М.Р., Семенов М.М., Моргун С.О. ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ
ДЛЯ РОЗРОБКА МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ НАПРУЖЕНО-
ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ЖАРОВИХ ТРУБ КАМЕР ЗГОРАННЯ
СТАЦІОНАРНИХ ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ 54 C110

СЕКЦІЯ №2

Спеціальні питання технології машинобудування

Баланюк Г.В., Оргіян А.О., Бадовський О.Б. НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ
РОЗВИТКУ СУЧАСНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ 59 C201

Ошовський В.Я. АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ СТИКОВОГО
ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ СТАЛЬНИХ
ЗАГОТОВОК СКЛАДНОЇ ФОРМИ 62 C202

Lysykh A.Yu. STUDY OF CHANGES IN EMISSIONS OF TOXIC DIESEL
ENGINE COMPONENTS WHEN USING SOY OIL 65 C203

Новошицький А.В., Фабріциєв Д.В. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ
ВИГОТОВЛЕННЯ ТОНКОСТІННИХ ПРОФІЛЬОВАНИХ ДЕТАЛЕЙ
ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ 67 C204

Новошицький А.В., Хань Лянлян, Александров В.М. ЗАСТОСУВАННЯ
МОРФОЛОГІЧНОГО АНАЛІЗУ ПРИ СТРУКТУРНОМУ
ПРОЕКТУВАННІ КОМПАКТНИХ ТОКАРНИХ ВЕРСТАТІВ З ЧПК 72 C205

Новошицький А.В., Богатко Д.О., Малярєнко В.В. ВИКОРИСТАННЯ
CAD СИСТЕМ ПРИ РОЗРОБЦІ НОВИХ КОНСТРУКЦІЙ 76 C206

КОМПАКТНИХ ТОКАРНИХ ТА ФРЕЗЕРНИХ ВЕРСТАТІВ З ЧПК

<i>Ніколаєв О.Л., Поліщук В.А., Марупов Д.Р., Нагорна В.А.</i>		
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ГЛИБОКОГО СВЕРДЛІННЯ ТА РОЗРОБКА ОСНАСТКИ З МЕТОЮ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДРОБЛЕННЯ СТРУЖКИ ПРИ ВІБРАЦІЙНОМУ СВЕРДЛІННІ ОТВОРІВ	79	C207
<i>Ніколаєв О.Л., Поліщук В.А., Ситніков О.О., Крепняк В.В.</i>		
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ ОТВОРІВ ЗБІРНИМИ СВЕРДЛАМИ В ДЕТАЛЯХ З ЛЕГОВАНИХ СТАЛЕЙ	83	C208
<i>Polishchuk V.A., Li Yonghong, Nikolaev O.L.</i>		
PROVIDING THE RIGIDITY AND VIBRATION RESISTANCE INDICATORS OF THE UNIVERSAL ASSEMBLY TOOLS CONSTRUCTIONS FOR PARTS MACHINING	86	C209
<i>Боду С.Ж., Бабійчук О.В.</i>		
ЛИТТЯ ПО ГАЗІФІКОВАНИМ МОДЕЛЯМ – ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДУ, ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРЕВАГИ	90	C210
<i>Боду С.Ж., Григорєв О.В.</i>		
ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ НА НЕСУЧУ ЗДАТНІСТЬ І ДОВГОВІЧНІСТЬ ЗУБЧАСТИХ ПЕРЕДАЧ	93	C211
<i>Боду С.Ж., Лебедєв Є. В.</i>		
ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ ОБРОБКИ ЛЕГОВАНИХ СТАЛЕЙ	98	C212
<i>Шумілов О.П., Урусов А.М.</i>		
ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ОБРОБКИ МАТЕРІАЛІВ ЗА РАХУНОК ВІБРАЦІЙ РІЖУЧОГО ІНСТРУМЕНТУ	102	C213
<i>Шумілов О.П., Венц Т.Ф.</i>		
ВДОСКОНАЛЕННЯ СПЕЦІАЛЬНОГО РІЖУЧОГО ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ ОБРОБКИ ГЛИБОКИХ ОТВОРІВ	104	C214