

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Інститут проблем машинобудування ім. А.Н. Подгорного НАН України
Інститут механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Національний аерокосмічний університет імені Жуковського (ХАІ)
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
Хмельницький національний університет
Одеський національний політехнічний університет
Беларуський державний університет транспорту (Беларусь)
Державне підприємство Науково-виробничий комплекс газотурбобудування
«Зоря»—«Машпроект»
ЗМКБ «Прогрес» імені академіка А.Г. Івченко

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ІНЖЕНЕРНОЇ МЕХАНІКИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

МАТЕРІАЛИ

VI Міжнародної науково-технічної конференції

21–22 жовтня 2020 року

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

Миколаїв ♦ «Іліон» ♦ 2020

УДК 539.3:621.822
М 90

ОРГАНІЗАТОРИ:

Міністерство освіти і науки України
Інститут проблем машинобудування ім. А.Н. Подгорного НАН України
Інституту механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Національний аерокосмічний університет імені Жуковського (ХАІ)
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
Хмельницький національний університет
Одеський національний політехнічний університет
Білоруський державний університет (Беларусь)
Державне підприємство Науково-виробничий комплекс газотурбобудування «Зоря»–
«Машпроект»
ЗМКБ «Прогрес» імені академіка А.Г. Івченко

Вихідні дані Zoom конференції:

<https://us04web.zoom.us/j/71922694987?pwd=blhTU0xJTXZ2bFV0NlplNT2krQnF0Zz09>

Ідентифікатор конференції: 719 2269 4987

Код доступу: W9bKnz

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

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

Актуальні проблеми інженерної механіки та технології машино-
М 90 будування : Матеріали VI Міжнародної науково-технічної конферен-
ції. – Миколаїв : Іліон, 2020. – 76 с.

ISBN 978–617–534–591–7

У збірнику наведені матеріали міжнародної науково-технічної конференції, яка відбулась у Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова (м. Миколаїв) 21–22 жовтня 2020 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, підвищення ефективності вузлів тертя машин та механізмів, сучасних проблем триботехніки, використання прогресивних технологій виробництва складних механічних систем

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

УДК 539.3:621.822

ISBN 978–617–534–591–7

© Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, 2020

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова:

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

Заступники голови:

- **М.Р. Ткач**, зав. кафедри інженерної механіки та технології машинобудування НУК, д-р техн наук, професор (м. Миколаїв);
- **О.П. Попов**, зав. кафедри механіки та конструювання машин НУК, д-р техн наук, професор (м. Миколаїв)
- **Є.Т. Бурдун**, зав. кафедри проектування та виробництва конструкцій із композиційних матеріалів НУК, канд. техн. наук, професор (м. Миколаїв)

Вчений секретар:

- **С.О. Моргун**, доцент кафедри інженерної механіки та технології машинобудування НУК, канд. техн. наук, доцент (м. Миколаїв)

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

- Белогуб О.В., технічний директор ВАТ «АВТРАМАТ», д.т.н., професор (м. Харків);
- Бреславський Д.В., зав. кафедри комп'ютерного моделювання процесів та систем НТУ «ХПІ», д.т.н., професор (м.Харків);
- Григоренко О.Я., зав. відділом Інституту механіки ім. С.П.Тимошенка НАН України, д.ф.-м.н., професор (м.Київ);
- Диха О.В., зав. кафедри зносостійкості і надійності машин Хмельницького національного університету, д.т.н., професор (м.Хмельницький);
- Долматов А.І., зав. кафедри технології виробництва авіаційних двигунів НАУ ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», д.т.н., професор (м.Харків);
- Korolievich V., International Centre of Modern Education, PhD (Prague, Czech Republic).
- Кулішов С.Б., ДП НВКГ «Зоря»–«Машпроект», к.т.н. (м.Миколаїв);
- Оргіян О.А., зав. кафедри технології машинобудування ОНПУ, д.т.н., професор (м.Одеса);
- Петров О.В. ЗМКБ «Прогрес» імені академіка А.Г. Івченко, к.т.н. (м.Запоріжжя);
- Сербін С.І., директор Машинобудівного інституту НУК імені адмірала Макарова, д.т.н., професор (м.Миколаїв);
- Тимошевський Б.Г., зав. кафедри двигунів внутрішнього згоряння НУК імені адмірала Макарова, д.т.н., професор (м.Миколаїв);
- Тройніч М.Г. ДП НВКГ «Зоря»–«Машпроект» (м. Миколаїв)
- Шульженко М.Г., Інститут проблем машинобудування ім. О.М. Підгорного, д.т.н., професор (м.Миколаїв).

шліфувальних тріщин, розшарування матеріалу, пористість та інше. Також уникнути браку при виготовленні складних, коштовних зі вартістю деталей.

Література

1. Хорбенко И.Г. Ультразвук в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1974.

УДК 621.91

СПРОЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ФІНІШНОЇ ОБРОБКИ ВНУТРІШНІХ ШЛІЦІВ

Боду С.Ж., старший викладач, Чікал М.А., студент

Україна, Миколаїв, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Шліцьові з'єднання завдяки здатності передавати великі крутні моменти і забезпечувати високу точність центрування набули широкого поширення в машинобудуванні, зокрема в автомобільній промисловості.

Однак виготовлення шлицьових отворів все ще становить певні проблеми, особливо коли центрування відбувається по зовнішньому або середньому діаметрам. Традиційна технологія передбачає обробку шлиців в «сирому» матеріалі з подальшим термічним або хіміко-термічним зміцненням – об'ємним загартуванням, загартуванням СВЧ, цементацією з загартуванням і т. ін. Такі процедури призводять до викривлення, «розбухання» деталей і спотворення отриманих попередньою обробкою розмірів.

Для їх відновлення необхідно проводити чистові операції. Якщо мова йде про досить великі діаметри отворів і модулі шлиців, задачу можна вирішити шліфуванням. Але велика номенклатура деталей, наприклад, маточини автомобільних коліс, мають внутрішній діаметр отворів близько 20 ... 80 мм, що робить шліфування зовнішнього діаметра або бічних поверхонь шлиців важким для виконання. Повторне протягування після термічної обробки теж має ряд недоліків – протяжний інструмент з швидкоріжучих сталей має невисоку стійкість через необхідність зрізати окалину, а цільні твердосплавні дуже дорогі.

Дедалі більшого розвитку отримують різні методи зміцнення поверхневим пластичним деформуванням (ППД), яке в багатьох випадках успішно замінює термічну обробку. Наприклад, дослідження [1] показали, що застосування дорнування, в тому числі і для фасонних отворів, стабільно забезпечує точність 6-7-го квалітету, а в ряді випадків 5-го квалітету. При цьому шорсткість оброблюваних поверхонь становить $Ra = 0,63 \dots 0,10$ мкм. Крім того, поверхня оброблених отворів виходить з підвищеними експлуатаційними властивостями (міцність, зносостійкість і ін.).

Еволюція твердості при такій обробці визначається декількома параметрами – оброблюваним матеріалом, зусиллям деформування, способом його прикладення і т.

ін. Так, в різних дослідженнях зустрічаються дані приросту твердості на 250 МПа при глибині зміцнення 3 мм, збільшення мікротвердості на 150-180 HV при товщині шару 0,8 мм з поступовим її зменшенням до серцевини і ін. [2, 3]. Також автори зазначають створення стискаючих залишкових напружень, що також позитивно позначається на працездатності сполучень.

Реалізувати ППД шліцьового отвору можна за допомогою спеціального фасонного дорна, виготовленого з твердого сплаву. Якщо конструкторські вимоги дозволяють, дорнування можна поєднати з протягуванням. Для цього виготовляється складена протяжка, у якій калібруюча частина комбінується (або замінюється) твердосплавною вставкою, що здійснює дорнування шліців.

Якщо ж вимоги по твердості передбачають обов'язкову термічну обробку, дорн може використовуватися як самостійний інструмент для калібрування після термообробки. В такому випадку він може мати оправку з направляючими, які будуть базувати його відносно осі отвору і вже оброблених шліців.

При такому способі калібрування розрахунок протягування потребує коригування для того, щоб врахувати радіальнезміщення матеріалу при пластичній деформації. Також необхідно буде передбачити припуск для видалення наслідків так званого «крайового ефекту» –утворення напливів на торцях і радіальний розвал оброблюваного отвору.

Література

1. Нежинский, А.М. Совершенствование технологии обработки поверхностей деталей машин методами поверхностно-пластического деформирования / А.М. Нежинский // Вестник Курганского государственного университета, 2005. №2., Серия «Технические науки», Вып. 1, С. 153-156.
2. Дожделев, А.М. Исследование процессов, протекающих в зоне термического влияния при наплавке на термообработанную конструкционную сталь 30ХГСА [Текст] / А.М. Дожделев, А.Ю. Лаврентьев // Материалы XX-й Международной научно-технической конференции «Новые материалы и технологии в машиностроении – 2014». –Брянск, 2014. – № 20. –С. 50-55.
3. Кирик, Д.В. Управление качеством поверхностных слоёв валов роторов комбинированными технологиями электроэрозионного легирования и поверхностной пластической деформации / Д.В. Кирик, В.Б. Тарельник, П.Е. Жарков, Б.Антошевский, И.Е. Волошин // Компрессорное и энергетическое машиностроение, № 1 (47), март 2017, С. 22-26.

ЗМІСТ

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

<i>Ткач М.Р., Моргун С.А., Золотой Ю.Г., Проскурин А.Ю., Галинkin Ю.Н.</i> Экспериментальное и расчетное исследование спектра свободных колебаний лопатки осевого компрессора	4
<i>Сербін С.І., Вілкул С.В., Діасамідзе Б.Т.</i> Дослідження аеродинамічної структури потоку та впливу на розподіл температур у двопаливній низькоемісійній камері згоряння гтд, при роботі на газоподібному паливі за допомогою методів обчислювальної гідродинаміки.....	12
<i>Шульженко М.Г., Ольховський А.С.</i> Аналіз вимушених коливань останнього ступеня парової турбіни після відновлювального ремонту лопаток	14

Секція № 1. НОВІТНІ ДОСЯГНЕННЯ У ГАЛУЗІ ПРИКЛАДНОЇ МЕХАНІКИ

<i>Сметанкіна Н.В., Меркулова А.І., Меркулов Д.О., Постний О.В.</i> Аналіз термонапруженого стану електрообігрівного скління літаків.....	17
<i>Шульженко М.Г., Скрицький М.О.</i> Коливання лопаток в газодинамічному потоці турбокомпресора	19
<i>Korolevich U.</i> Расчет термоупругих напряжений в ортотропном кольцевом диске с учетом теплообмена с внешней средой методом последовательных приближений.....	20
<i>Моргун С.А., Куприянова И.А., Тристан О.В.</i> Исследование вынужденных колебаний лопаточных венцов газотурбинных двигателей.....	23
<i>Моргун С.А., Мосин А.В., Чень Синь Лей</i> Учет демпфирования при вынужденных колебаниях лопаточных венцов для случая циклической симметрии венца	25
<i>Nikolaiev O.L., Polishchuk V.A., Kukosh K.V., Zakharov I.I., Tymofieieva O.A.</i> Improving the dynamics models of adaptively controlled elements and drives based on functional materials	27
<i>Полищук В.А., Николаев А.Л., Алибеков П.М., Ткаченко А.П.</i> Перспективы применения функциональных материалов в технологических системах	30
<i>Новошицкий А.В., Кравченко Д.Н.</i> Проектирование и изготовление действующего металлорежущего оборудования в учебном процессе.....	32
<i>Новошицкий А.В.</i> Поточная линия изготовления модульных конструкций малотоннажных судов.....	33
<i>Митрофанов О.В., Познанський А.С., Ткач М.Р.</i> Технологія виготовлення перспективних роторно-поршневих двигунів	34
<i>Леньохіна К.С., Полищук В.А.</i> Аналіз впливу динамічних похибок верстатних пристосувань на точність на точність обробки	36
<i>Дубова Т.В., Шумілов О.П.</i> Іонно-плазмове азотування сталі з використанням тліючого розряду у відсутності аміаку.....	38
<i>Дмитрієв О.О., Шумілов О.П.</i> Удосконалення обробки глибоких отворів малих діаметрів технологічними методами	40
<i>Пискун А.Г., Шумілов О.П.</i> Застосування магнітних методів контролю при виявленні дефектів в суцільному металлі	43

<i>Боду С.Ж., Чікал М.А.</i> Спрощення технології фінішної обробки внутрішніх шліців	45
<i>Ткач М.Р., Проскурін А.Ю., Галинкін Ю.М.</i> Технологічні аспекти покращення сорбційних характеристик металогідридного матеріалу (сплавів накопичувачів водню).....	47
<i>Ткач М.Р., Заграничний В.О.</i> Створення нових типів конкурентоспроможних різальних пластин для механічної обробки важкооброблюваних матеріалів	49
<i>Бобошко В.О., Демидов Є.В.</i> Методи покращення роботи зубчастих передач редукторів загального призначення.....	50
<i>Николаев А. Л., Полищук В. А., Козак С. И., Гаврютин В. В.</i> Усовершенствование технологии зубофрезерования червячными фрезами со сменными твердосплавными пластинами	52
<i>Николаев А. Л., Полищук В. А., Левицкий А. Ю., Мазур П. Н.</i> Усовершенствование технологии обработки отверстий сборными сверлами в деталях из легированных сталей	55
<i>Николаев А. Л., Полищук В. А., Чередниченко Т.Н., Волкова Л. Э., Козак С. И.</i> Исследование процессов глубокого сверления и разработка оснастки с целью обеспечения дробления стружки при вибрационном сверлении отверстий.....	57
<i>Попов О.П., Савенков О.І., Садовий О.С., Кондратьєва А.А.</i> Підшипник ковзання з криволінійними твірними внутрішньої циліндричної поверхні.....	59

Секція № 2. ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ CAD/CAE/CAM У ПРОЕКТУВАННІ, СТВОРЕННІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

<i>Kopulov V.I., Kuzin O.A., Kuzin N.O.</i> Using the capabilities of open CAE systems for optimizing surface engineering technologies.....	63
<i>Новошицкий А.В., Поплавская Н.Ф.</i> Автоматизированное проектирование круглых фасонных резцов.....	65
<i>Новошицкий А.В., Ткаченко В.В.</i> Применение систем трёхмерного проектирования при разработке новых конструкций компактных токарных станков.....	66
<i>Новошицкий А.В., Вдов Д.В.</i> Применение систем трехмерного проектирования при разработке токарных станков с расширенной функциональностью	67
<i>Золотой Ю.Г., Ключник В.С.</i> Исследование вибрационных характеристик стального стержня методами цифровой спекл-интерферометрии и конечных элементов.....	68
<i>Заноскина В.П.</i> Технология подготовки и разработки моделей для 3D принтеров	71
<i>Бобошко В.А., Мандзиловская А.И.</i> Исследование точности печати на 3D принтере.....	73