

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА
МИКОЛАЇВСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ
МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ

ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

XV Міжнародна науково-технічна конференція

МАТЕРІАЛИ

26–27 вересня 2024 рік

*Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
просп. Героїв України, 9*



ВИДАВНИЦТВО
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМ. АДМІРАЛА МАКАРОВА

2024

ОРГАНІЗАТОРИ КОНФЕРЕНЦІЇ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І
НАУКИ МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ

ПАРТНЕРИ КОНФЕРЕНЦІЇ

Міністерство освіти і науки України, Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України; ДП «Адміністрація морських портів» (Україна); ДП «Адміністрація річкових портів» (Україна); ДП «Дослідно-проектний центр кораблебудування» (Україна); Південний науковий центр НАН України і МОН України (Україна); Головне управління Державної служби з надзвичайних ситуацій України у Миколаївській області (Україна); Національний університет «Одеська національна академія» (Україна); Одеський національний морський університет (Україна); Черкаський державний технологічний університет (Україна); Національний авіаційний університет (Україна); Компанія «АМІКО ГРУПП» (Україна); Морське інженерне бюро (Україна); АТ «Завод «Екватор» (Україна); Асоціація ветеранів Військово-морських сил України (Україна); Харбінський інженерний університет (КНР); Університет науки і технологій Цзянсу (КНР); Таджикиський технічний університет ім. академіка М.С. Осими (Таджикістан); Кошалінський технічний університет, ректор (Польща); Гданьський технологічний університет (Польща); Празький університет хімії і технології (Чеська республіка); Батумський навчально-навігаційний університет (Грузія); ДУ Національний антарктичний науковий центр.

ІНФОРМАЦІЙНІ ПАРТНЕРИ

ТОВ «Видавничий дім «Гельветика»; науковий журнал «Shipbuilding & marine infrastructure»; журнал «Судноплавство»

Відповідальний за випуск
Павлов Геннадій Вікторович

*Редакційна колегія не несе відповідальності за достовірність наведених даних та посилань.
Матеріали публікуються в авторській редакції*

Інновації в суднобудуванні та океанотехніці : XV Міжнародна науково-технічна
I-66 конференція : матеріали. – Миколаїв : НУК, 2024. – 1032 с.

ISBN 978-966-321-473-3

У збірнику наведені матеріали XV Міжнародної науково-технічної конференції «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці». Збірник становить інтерес для наукових працівників, викладачів, інженерів та студентів.

УДК 001.895:629.5

ISBN 978-966-321-473-3

© Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, 2024

MANUFACTURING TECHNOLOGY OF SHIPBOARD THIN-WALLED PERFORATED PROFILES FROM LOW-PLASTIC MATERIALS

Novoshytskyi Anton, Bodu Svetlana

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The technology for manufacturing shipboard thin-walled bent perforated profiles from low-plastic materials by bending with longitudinal stretching and laser perforation of the workpiece in front of the profiling rollers is presented.

Keywords: ship thin-walled profiles, perforated profiles, thin-walled profiles manufacturing technology, bending with longitudinal tension.

УДК 621.7

ПЕРСПЕКТИВНИЙ МЕТОД ЗВАРЮВАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КРУПНИХ ЗАГОТОВОК КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ З ЧАСТИН

Ошовський В.Я.

кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри теплоенергетики та технологій машинобудування

Первомайського навчально-наукового інституту

Національного університету кораблебудування

імені адмірала Макарова, м. Первомайськ, Україна

oshovskyvikt@ukr.net

Анотація. Заготовки крупних колінчастих валів для руху суден та електрогенераторів виготовляються на унікальному потужному кувальному обладнанні, а технології мають значні складнощі і недоліки, що не дозволяє їх автоматизоване виготовлення на двигунобудівних підприємствах.

Пропонується кування замінити автоматизованим зварюванням заготовок з простих елементів, наприклад шок і шийок, за методом стикового електроконтактного зварювання керуваною дугою, яка обертається магнітним полем соленоїдів та неодимових магнітів.

Впровадження запропонованого методу надасть можливість виготовляти колінчасті вали автоматизовано на двигунобудівних підприємствах.

Ключові слова: заготовка, колінчастий вал, недоліки кування, стикове зварювання, керування обертовою дугою в магнітному полі, неодимові магніти.

Для розвитку суднобудівної галузі необхідні потужні поршневі двигуни для руху суден та електрогенераторів. Крупні колінчасті вали таких двигунів є однією з самих вартісних та складних за конструкцією деталей. Виготовляють їх вільним куванням тільки на спеціалізованих підприємствах з унікальним потужним кувальним обладнанням – на гідравлічних пресах великої потужності, з силою стиску близько 12 000 тон та відповідним

допоміжним обладнанням, що не дає можливості їх виробництва на двигунобудівних підприємствах.

Окрім того кування має цілий ряд недоліків, які важко усунути.

Так, для спрощення заготовки бойками округлюються тільки корінні (рамові) шийки, а кожна пара щок з шатунною (мотильовою) шийкою утворює прямокутну фігуру з великим напуском, який потім вирізують, що зменшує коефіцієнт використання матеріалу до 0,20...0,25. При цьому перерізаються волокна, що зменшує втомну міцність валу та його надійність.

В роботі [1] відмічається, що в процесі кування і термообробки великих колінчастих валів виникає вигин заготовки, усунення якого є дуже трудомісткою і вартісною операцією. В роботі [2] досліджувався недолік «перевертання плеча кривошипа» в процесі осадки, що визначено основним дефектом форми валу.

Також технологія кування колінчастих валів не автоматизується, має високу трудомісткість та потребує високої кваліфікації робітників.

В наш час є досліджені, розроблені, надійні і розповсюджені у світі автоматизовані комп'ютерними програмами, методи електростикового зварювання залізничних рейок і труб [3, 4], за якими при подальших розробках можна надійно зварювати колінчасті вали з простих частин – щок і шийок або зі щок з половинами шийок, на двигунобудівних підприємствах.

Таким чином за визначеними недоліками існуючого кування колінчастих валів його заміна сучасними комп'ютеризованими методами зварювання з простих частин є актуальною проблемою, особливо для суднобудівної галузі.

Метою роботи є аналіз і удосконалення методів стикового електроконтактного зварювання для виготовлення заготовок крупних колінчастих валів з попередньо виготовлених простих частин – щок і шийок або щок з половинами шийок, на двигунобудівних підприємствах.

Аналіз досліджених автоматизованих методів електростикового зварювання показує, що найбільш придатним для виготовлення заготовки колінчастого валу з простих частин, при шийках великого перерізу, є зварювання керованою дугою, яка обертається магнітним полем.

За розробками інституту електрозварювання (ІЕЗ) ім Є.О. Патона при такому методі зварювальні заготовки встановлюються в пристосуваннях одна на нерухомій плиті зварювальної машини, а друга на рухомій, що дозволяє змінювати зазор між поверхнями зварювання. На деталях встановлюються соленоїди, які дозволяють змінювати індукцію зустрічного магнітного поля, яке утворює радіальні силові лінії в зазорі між зварюваними поверхнями. Експериментальні дослідження [3, 4] показують, що стиснуті радіальні силові лінії магнітного поля забезпечують обертальний рух стовпа дуги постійного струму, а таким чином і плям дуги, які повинні швидко нагрівати і оплавлювати поверхні до осадки. На швидкість і радіус руху дуги впливають величина струму, довжина дуги (зазор між поверхнями) та індуктивність магнітного поля соленоїдів. Параметри процесу зварювання керуються комп'ютерними програмами таким чином, щоб для рівномірного і швидкого нагріву плям дуги рухалися між зварюваними поверхнями циліндричних деталей з отворами від внутрішнього діаметру до зовнішнього по спіралі для охопту всієї поверхні. Цей спосіб зварювання при високій швидкості обертання дуги у вузькому зазорі дозволяє за рахунок гідродинамічних сил навіть обертати тонкий шар розплавленого металу перед осадкою, що забезпечує високу якість з'єднань.

Пропонується для підвищення ефективності дії плям дуги додатково посилити індуктивність магнітного поля неодимовими магнітами.

На рис. 1 приведена запропонована схема з'єднань основних елементів при зварюванні щок і шийок валу при зварюванні керованою дугою, що обертається в магнітному полі. Шатунна шийка 1 закріплюється на рухомій плиті зварювальної машини, а щока на нерухомій, що дозволяє керування зазором 7. В технологічні отвори зварювальних частин валу встановлені стержні 6 з магнітом'якого матеріалу, які служать магнітопроводом від постійних неодимових магнітів 4 і соленоїдів 5 до зварювальних частин, до яких підключається також постійний струм. Дуга запалюється осцилятором, а процес зварювання керується комп'ютерною програмою при регулюванні параметрів – струму (напругою), довжини дуги (рухом плити), магнітної індукції (струмом в соленоїдах 5 та положенням магнітопроводів 6). Таке зварювання може забезпечити виску якості зварних швів і точність виготовлення заготовки колінчастого валу без термообробки.

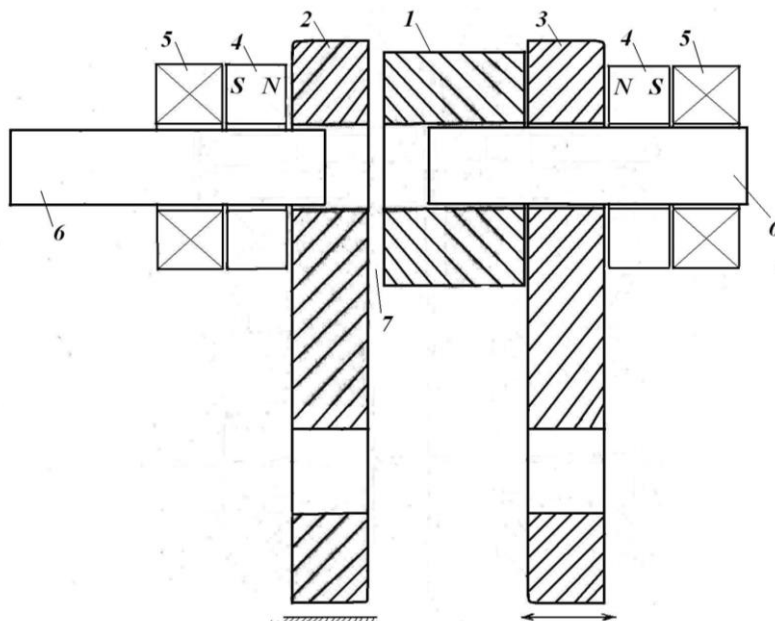


Рисунок 1 – Схема з'єднань основних елементів при зварюванні щок і шийок валу:

1 – шийка шатунна; 2 – щока нерухома; 3 – щока рухома; 4 – неодимові магніти у вигляді шайб; 5 – соленоїди; 6 – стержні з магнітним'яким матеріалом; 7 – зазор між поверхнями зварювання

Таким чином заміна кування заготовок крупних колінчастих валів зварюванням з простих елементів, наприклад щок і шийок, за методом стикового електроконтактного зварювання керованою дугою, яка обертається магнітним полем соленоїдів та неодимових магнітів є перспективною для впровадження на двигунобудівних підприємствах.

Література

[1] Milenin A., Rec T., Walczyk W., Pietrzyk M. Model of curvature of crankshaft blank during the heat treatment after forging. *Procedia Engineering, AGH Krakow*. 2014. Vol. 81. P. 498–503.

[2] Miao, J. Z., Shiyan, G., Baofeng, L. Qun. Study on bending and upsetting forging 305 marine crankshafts. *Advanced Materials Research, Switzerland*. 2010. № 101. P. 337–343. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.97-101.337

[3] Kachinsky V.S., Kuchuk-Yatsenko S.I. Joint formation in magnetically-impelled arc butt welding of thick-walled pipes from high-strength steels. *The Paton Welding Journal*. 2017. № 8. P. 39–45.

[4] Кучук-Яценко С.І., Качинський В.С., Коваль М.П. Розробка технології та обладнання для пресового зварювання трубчастих деталей в умовах виробництва з метою економії ресурсу та підвищення надійності високонавантажених виробів. *Автоматичне зварювання*. 2020. № 10. С. 3–7.

THE WELDING METHOD IS PROMISING FOR THE MANUFACTURE OF LARGE CRANKSHAFT BLANKS FROM PARTS

Oshovskyi Viktor Yakiv

Pervomaisk Educational and Scientific Institute of Admiral Makarov national university of shipbuilding.

Abstract. Large crankshaft blanks for ship propulsion and power generators are manufactured on unique, powerful forging equipment, and the technology has significant complexities and drawbacks that prevent their automated production at engine-building enterprises.

It is proposed that forging be replaced by automated welding of workpieces made of simple elements, such as cheeks and necks, using the method of butt electrode welding with a controlled arc rotated by the magnetic field of solenoids and neodymium magnets.

The implementation of the proposed method will make it possible to manufacture crankshafts in an automated manner at engine-building enterprises. **Keywords:** workpiece, crankshaft, forging imperfections, butt welding, control of a rotating arc in a magnetic field, neodymium magnets.

УДК 621.311.23

НОВАЦІЇ УДОСКНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВА В ДВЗ СУДНА ТА ЗАХОДИ ЇХ ВПРОВАДЖЕННЯ

Хачатуров Е.Б.

док. юр. наук, канд. техн. наук., ст. наук. співр.,
керівник ННЦ «Технопарк НУК ім. адм. Макарова», м. Миколаїв Україна.

Черкес С.В.

технічний директор
ВАТ «Росомаха», м. Миколаїв, Україна

Анотація. На теперішній час для двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ), як додатковий вид палива, знаходить застосування суміш газів: водню і кисню. Розробка і впровадження новацій в технологію використання палива в ДВЗ для підвищення його потужності, економії

VERIFICATION OF SOME FORMULAE OF UKRAINIAN REGISTER OF SHIPPING FOR CONSIDERING OF WEAR AND CORROSION FOR HOT ROLLED PROFILES Sokov V.M.....	70
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ СУДЕН: СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ЗМЕНШЕННЯ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГІЇ ТА ЗНИЖЕННЯ ВИКИДІВ Соценко В.В.	74
РОЗРОБКА І ПОБУДОВА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНИХ КОМПОЗИТНИХ ДОКІВ ДЛЯ РЕМОНТУ СУДЕН ТА ІНШИХ ПЛАВУЧИХ СПОРУД Щедролосєв О.В., Алхімов Є.М., Коновалова Г.В.	78
ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ПЛАВУЧОГО РЕМОНТНОГО ДОКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗАЛІЗОБЕТОНУ Щедролосєв О.В., Коновалова Г. В., Кузнєцов А.І.	82
АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ У СУДНОБУДУВАННІ: ВИКЛИКИ ТА МОЖЛИВОСТІ Щедролосєв О.В., Соценко В.В., Коновалова Г.В.....	87

СЕКЦІЯ № 2. НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ І МАТЕРІАЛИ В СУДНОВОМУ МАШИНОБУДУВАННІ

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ НАНОСТРУКТУРОВАНИХ ДЕФОРМОВАНИХ МЕТАЛІВ І СПЛАВІВ ТА НАПИЛЕНИХ ПОКРИТТІВ Дубовий О.М., Lu Sheng, Карпеченко А.А., Бобров М.М.	92
ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ НАНОСТРУКТУРУВАННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ ЕЛЕКТРОДУГОВИХ ПОКРИТТІВ ПЕРЕДРЕКРИСТАЛІЗАЦІЙНОЮ ТЕРМІЧНОЮ ОБРОБКОЮ Карпеченко А.А., Бобров М.М.	97
ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДОЛОГІЇ AGILE В МАШИНОБУДУВАННІ Боду С.Ж., Новошицький А.В.	100
ВИСОКО-ТЕМПЕРАТУРНА СОЛЬОВА КОРОЗІЯ СПЛАВУ NI(L)-HF-CR ₃ C ₂ Костін О.М., Шаблій Т.Ю., Ярєс Ю.О.	103
ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛІВ МЕТОДОМ СТРУКТУРНИХ ОДИНИЦЬ ТА НАНОТЕХНОЛОГІЙ Шаповал Н.О., Коваль С.С., Бойко О.П.	107
DEVELOPMENT OF TOOLING FOR SOLDERING METAL-CERAMIC HERMETIC FEEDTHROUGHS WITH CONTROLLED STRESS-STRAIN STATE Labartkava Al.V., Labartkava A.V., Matviienko M.V., Karpechenko A.A., Bobrov M.N., Kondratieva A.A. ...	111
ЕЛЕМЕНТИ МЕТОДИКИ КОМПЛЕКСНОГО ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ЗВАРЮВАННЯ Гладченко Д.С., Сімутенков І.В., Драган С.В.	113
МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ГАРЯЧЕПРЕСОВАНИХ РАДІАЦІЙНО СТИЙКИХ КОМПОЗИТІВ З ПОРОШКУ АЛЮМІНІЮ Казимиренко Ю.О., Лебедєва Н.Ю.	116
MODELING AND ANALYSIS OF THE STRESS STATE AND WORKING CAPACITY OF SOLDERED JOINTS Matviienko M.V., Labartkava Al.V., Labartkava A.V.	120
DYNAMICS MODELS IMPROVING OF THERMAL ACTUATOR AND ADAPTIVELY CONTROLLED ELEMENTS BASED ON SHAPE MEMORY ALLOYS Olexandr Nikolaiev, Vitaliy Polishchuk, Vyhovska Tetiana, Ihnatenko Oleksandra, Liashenko Oleksandr	123
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ СУДНОВИХ ТОНКОСТІННИХ ПРОФІЛІВ З МАЛОПЛАСТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ Новошицький А.В., Боду С.Ж.	127
ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ СУДНОВИХ ТОНКОСТІННИХ ПЕРФОРОВАНИХ ПРОФІЛІВ З МАЛОПЛАСТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ Новошицький А.В., Боду С.Ж.	130

ПЕРСПЕКТИВНИЙ МЕТОД ЗВАРЮВАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КРУПНИХ ЗАГОТОВОК КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ З ЧАСТИН	
Ошовський В.Я.	133
НОВАЦІЇ УДОСКНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВА В ДВЗ СУДНА ТА ЗАХОДИ ЇХ ВПРОВАДЖЕННЯ	
Хачатуров Е.Б., Черкес С.В.	136
ІМПУЛЬСНІ ТА ВІБРАЦІЙНІ ВПЛИВИ ПРИ ЕЛЕКТРОДУГОВОМУ МЕХАНІЗОВАНОМУ ЗВАРЮВАННІ ТА НАПЛАВЛЕННІ	
Лебедєв В.О., Лой С.А., Спіхтаренко В.В.	140
ЕЛЕКТРОПРИВІД МЕХАНІЗМУ ПОДАЧІ ЕЛЕКТРОДНОГО ДРОТУ	
Лебедєв В.О., Лой С.А., Спіхтаренко В.В.	143
ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМ ТА ЧАСТОТ КРУТИЛЬНИХ КОЛИВАНЬ МОДЕЛІ ВАЛОПРОВОДУ	
Ткач М.Р., Золотий Ю.Г., Костріков О.А.	148
ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КРУГЛОЇ ПЛАСТИНИ	
Ткач М.Р., Золотий Ю.Г.	151
ВІЙСЬКОВЕ ЗАСТОСУВАННЯ МАЛИХ НАДВОДНИХ ДРОНІВ	
Геляра В.В.	155
ПЕРСПЕКТИВА ЗАСТОСУВАННЯ СМАРТ-СКЛА В ІНТЕР'ЄРІ ЯХТИ	
Сергієнко О.М.	156
DEVELOPMENT OF BRAZING TECHNOLOGY FOR COPPER AND CHROME PARTS	
Matviienko M.V., Buturlia Ye.A.	159
TYPES OF CORROSION AFFECTING STEEL STRUCTURAL ELEMENTS OF SHIP HULLS UNDER OPERATING CONDITIONS	
Anna Kondratieva.	161

СЕКЦІЯ № 3. ЕФЕКТИВНІСТЬ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК ТА СИСТЕМ

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ДОПАЛЮВАЧА ВІДХІДНИХ ГАЗІВ ДЛЯ СУДНОВОЇ СИСТЕМИ SOFC-GT	
Сербін С.І., Ващенко М.В., Патлайчук О.В.	165
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДОПАЛЮВАННЯ ГАЗІВ ДЛЯ ГІБРИДНОЇ СИСТЕМИ «ТВЕРДООКСИДНИЙ ПАЛИВНИЙ ЕЛЕМЕНТ – ГАЗОВА ТУРБІНА»	
Сербін С.І., Патлайчук О.В.	168
EFFICIENCY OF METHODS OF WATER INPUT INTO THE FLAME ON COMBUSTION QUALITY AND NITROGEN OXIDE EMISSIONS	
Kolbasenko O., Dymo B.	172
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ В ГІБРИДНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВКАХ НА БАЗІ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ КОМПАНІЇ SOFTINWAY INC.	
Чередніченко О.К., Сербін С.І., Личко Б.М.	175
ОСОБЛИВОСТІ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК	
Бідніченко О.Г.	178
ПРАКТИКА ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ІНЖЕНЕРІВ-МЕХАНІКІВ	
Кісетов Ю.В.	182
МОЖЛИВОСТІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У РОЗРОБЦІ ПРОГРАМ НАВЧАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН	
Кісетов Ю.В.	185
КИСНЕВО-ПАЛИВНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ ЯК АЛЬТЕРНАТИВА ТРАДИЦІЙНОМУ ВИРОБНИЦТВУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ	
Патлайчук В.М.	190