

З АВТОМАТИЧНЕ ЗВАРЮВАННЯ 6 2021

Автоматическая сварка

Automatic Welding

Видається 12 разів на рік з 1948 р.

Published 12 times per year since 1948

ЗМІСТ

НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

Лобанов Л.М., Пащин М.О., Міходуй О.Л., Гончаров П.В., Сидоренко Ю.М., Устименко П.Р. Моделювання напружено-деформованих станів сплаву АМг6 внаслідок ударної дії електрода-індентора при електродинамічній обробці.....3

Ющенко К.А., Задерій Б.О., Гах І.С., Звягінцева Г.В. Зварювання різномісних жароміцних нікелевих сплавів в полі- та монокристалічному поєднанні.....13

Максимов С.Ю., Берднікова О.М., Прилипко О.О., Алексєєнко Т.О., Половєцький Є.В., Радзієвська А.А. Моделювання впливу електромагнітного поля на структурування зварених під водою з'єднань.....21

Шелягін В.Д., Бернацький А.В., Сіора О.В., Бондарєва В.І., Бродніковський М.П. Структура зварних з'єднань багатокомпонентного високоентропійного сплаву системи Nb-Cr-Ti-Al-Zr, одержаних лазерним зварюванням.....29

Кордубан О.М., Трачевський В.В., Кришук Т.В., Явдошчин І.Р., Головка В.В. Дослідження методом рентгенофлуорисцентної спектроскопії присутності чотирьохвалентного марганцю в електрозварювальних аерозолях.....35

ВИРОБНИЧИЙ РОЗДІЛ

Прилуцький В.П., Єрошенко Л.Є. Вплив умов захисту зварювальної ванни аргонем на властивості швів при TIG зварюванні титану.....39

Козулін С.М., Личко І.І., Ковальчук С.С., Подима Г.С., Лазарчук М.В. Відновлення зношених косозубих великомодульних шестерень електрошлаковим наплавленням.....44

СПАДЩИНА Б.Є. ПАТОНА

Куди і як рухається наша наука.....51

ПРАКТИКУМ ЗІ ЗВАРЮВАННЯ

Еволюція плазмового різання.....55

ІНФОРМАЦІЯ

Троїцький В.О. Рівні якості зварних з'єднань та допустимі дефекти у зварних швах.....57

Дисертації на здобуття наукового ступеня.....62

CONTENT

SCIENTIFIC AND TECHNICAL

Lobanov L.M., Pashchyn M.O., Mikhoduj O.L., Goncharov P.V., Sydorenko Yu.M., Ustymenko P.R. Modeling of stressed and strain states of AMg6 alloy due to impact action of indenter-electrode in electrodynamic treatment.....3

Yushchenko K.A., Zaderii B.O., Gakh I.S., Zvyagintseva G.V. Welding dissimilar high-strength nickel alloys in poly- and single-crystal combinations.....13

Maksymov S.Yu., Berdnikova O.M., Prilipko O.O., Alekseenko T.O., Polovetsky E.V., Radzievskaya A.A. Modeling the effect of electromagnetic field on the structure formation of joints welded under water.....21

Shelyagin V.D., Bernatskiy A.V., Siora O.V., Bondarieva V.I., Brodnikovskiy M.P. Structure of laser welded joints of multicomponent high-entropy alloy of Nb-Cr-Ti-Al-Zr system.....29

Korduban O.M., Trachevskiy V.V., Kryschuk T.V., Javdoschin I.R., Holovko V.V. Investigation of presence of Mn⁴⁺ in welding aerosols using RFS method.....35

INDUSTRIAL

Prilutsky V.P., Yeroshenko L.Ye. Influence of conditions of welding pool protection by argon on the properties of welds in TIG welding of titanium.....39

Kozulin S.M., Lychko I.I., Kovalchuk S.S., Podyma G.S., Lazarchuk M.V. Restoration of worn helical coarse pitch gears by electroslag cladding.....44

B.E. PATON'S HERITAGE

Where and how our science is moving.....51

WELDING WORKSHOP

Evolution of plasma cutting.....55

INFORMATIONS

Troitskiy V.O. Quality levels of welded joints and admissible defects in welds.....57

Dissertations for a scientific degree.....62



Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАНУ представляє Україну в Міжнародному інституті зварювання та в Європейській зварювальній федерації
The E.O. Paton Electric Welding Institute of the NASU represents Ukraine in International Institute of Welding and in European Federation for Welding



Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона Національної академії наук України
Міжнародний науково-технічний та виробничий журнал
E.O. Paton Electric Welding Institute of National Academy of Sciences of Ukraine
International Scientific-Technical and Production Journal

Автоматичне зварювання Автоматическая сварка Automatic Welding

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Вчені ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ:
І.В. Кривцун (головний редактор),
В.М. Ліподаєв (штатний заст. гол. ред.)
О.М. Берднікова, Ю.С. Борисов,
В.В. Книш, В.М. Коржик,
Ю.М. Ланкін, Л.М. Лобанов,
С.Ю. Максимов, М.О. Пашчин,
В.Д. Позняков, І.О. Рябцев,
К.А. Ющенко;
В.В. Дмитрик, НТУ «ХПІ», Харків;
В.В. Квасницький, Є.П. Чвертко,
НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», Київ;
М.М. Студент, Фізико-механічний інститут
ім. Г.В. Карпенка НАНУ, Львів;
М. Зініград, Аріельський університет, Ізраїль;
У. Райсген, Інститут зварювання та з'єднань,
Аахен, Німеччина;
Я. Пілярчик, Інститут зварювання, Глівіце, Польща

Засновники

Національна академія наук України,
Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАНУ,
Міжнародна Асоціація «Зварювання» (видавець)

Адреса

ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ
03150, Україна, Київ-150,
вул. Казимира Малевича, 11
Тел.: (38044) 200 2302, 200 8277
Факс: (38044) 200 8277
E-mail: journal@paton.kiev.ua
www.patonpublishinghouse.com/ukr/journal/as

Журнал входить до переліку затверджених
Міністерством освіти і науки України видань
для публікації праць здобувачів наукових ступенів за
спеціальностями 131, 132, 151
Наказ МОН України № 409 від 17.03.2020.

Рекомендовано до друку
редакційною колегією журналу

Свідоцтво про державну
реєстрацію КВ 4788 від 09.01.2001

ISSN 0005-111X
DOI: <http://dx.doi.org/10.37434/as>

Передплата 2021

Передплатний індекс 70031.

12 випусків на рік (видається щомісячно).

Друкована версія: 2880 грн. за річний комплект
з урахуванням доставки рекомендованою банделроллу.

Електронна версія: 2880 грн. за річний комплект
(випуски журналу надсилаються електронною поштою
у форматі .pdf або для IP-адреси комп'ютера
передплатника надається доступ до архіву журналу).
Передплата можлива на попередні випуски за будь-який рік.

Журнал «Автоматичне зварювання» перевидается
англійською мовою під назвою
«The Paton Welding Journal»:
www.patonpublishinghouse.com/eng/journals/tpwj

За зміст рекламних матеріалів
редакція журналу відповідальності не несе.

EDITORIAL BOARD

Scientists of E.O. Paton Electric Welding Institute of NASU:
I.V. Krivtsun (Editor-in-Chief),
V.M. Lipodaev (Staff Deputy Editor-in-Chief)
O.M. Berdnikova, Yu.S. Borisov,
V.V. Knysh, V.M. Korzhik,
Yu.M. Lankin, L.M. Lobanov,
S.Yu. Maksimov, M.O. Pashchin,
V.D. Poznyakov, I.O. Ryabtsev,
K.A. Yushchenko;
V.V. Dmitrik, NTU «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv;
V.V. Kvasnytskyi, E.P. Chvertko, NTUU «Igor Sykorsky
Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv;
M.M. Student, Karpenko Physico-Mechanical Institute
of NASU, Lviv;
M. Zinigrad, Ariel University, Israel;
U. Reisgen, Welding and Joining Institute, Aachen, Germany;
Ja. Pilarczyk, Welding Institute, Gliwice, Poland

Founders

National Academy of Sciences of Ukraine,
E.O. Paton Electric Welding Institute of NASU,
International Association «Welding» (Publisher)

Address

E.O. Paton Electric Welding Institute of NASU
03150, Ukraine, Kyiv-150,
11 Kazymyr Malevych Str.
Tel.: (38044) 200 2302, 200 8277
Fax: (38044) 200 8277
E-mail: journal@paton.kiev.ua
www.patonpublishinghouse.com/eng/journal/as

The Journal is included in the list of publications approved
by the Ministry of Education and Science of Ukraine
for the publication of works of applicants for academic degrees
in specialties 131, 132, 151.

Order of the MES of Ukraine № 409 of 17.03.2020.

Recommended for printing editorial board of the Journal

Certificate of state registration
of KV 4788 dated 09.01.2001
ISSN 0005-111X

DOI: <http://dx.doi.org/10.37434/as>

Subscription 2021

Subscription index 70031.

12 issues per year (issued monthly), back issues available.

\$216, subscriptions for the printed (hard copy) version,
air postage and packaging included.

\$144, subscriptions for the electronic version
(sending issues of Journal in pdf format
or providing access to IP addresses).

Subscription is possible for previous issues for any year.

«Avtomatychne Zvaryuvannya» (Automatic Welding)
journal is republished in English under
the title «The Paton Welding Journal»:
www.patonpublishinghouse.com/eng/journals/tpwj

The editorial board is not responsible
for the content of the promotional material.

Підписано до друку 8.06.2021.
Формат 60×84/8. Офсетний друк. Ум. друк. арк. 7.44.
Друк ТОВ «ДІА».
03022, м. Київ-22, вул. Васильківська, 45.

КУДИ І ЯК РУХАЄТЬСЯ НАША НАУКА*

Сьогодні ЗМІ дуже мало займаються наукою та вченими. Складається враження, що все життя нашого суспільства «висить» на політичній волосинці, а решта, зокрема й наука, – це щось другорядне, необов'язкове, що безпосередньо не стосується життя країни, її потреб, її людей та їхнього розвитку. Людина, яка відповіла на запитання газети «День», думає інакше. Нижче пропонуємо відповіді Бориса Патона – президента Національної академії наук України – на запитання кореспондента газети «День».

– Як президент Національної академії наук України, як ви оцінюєте сьогоднішні наукові результати академічних інститутів нашої країни? Чи відповідають ці результати: 1) колишньому радянському; 2) світовому рівню стратегічних досліджень?

– Я б не став так розмежовувати колишній радянський, як ви висловилися, й світовий рівень досліджень.

Точні й природничі науки в СРСР розвивалися на дуже високому рівні. І це стосувалося не лише так званої закритої або оборонної тематики, а й фундаментальних досліджень, практична значущість яких проявилася через багато років.

Одним зі свідчень цього стало нещодавнє присудження Нобелівської премії видатному російському фізику Жоресу Івановичу Алфьорову за дослідження напівпровідникових гетероструктур.

1996 року Міжнародне комп'ютерне товариство посмертно нагородило своєю найвищою нагородою – званням «Піонер комп'ютерної техніки» Віктора Михайловича Глушкова, видатного українського вченого-кібернетика.

Ще один приклад. Наукові основи електрошлакової переплавки й загалом спецелектрометалургії були ще в 60-ті роки створені саме нашими, українськими вченими. І не їхня провина в тому, що нині у світі в електропечах виробляється 30 % металу, а в Україні – лише близько одного відсотка від загального обсягу.

Щодо оцінки сьогоднішніх наукових результатів можна з упевненістю стверджувати, що вченим Національної академії наук вдалося на окремих напрямках зберегти й підтримувати їх досить високий рівень. І це, повірте, не самооцінка.

Так, світового пріоритету за роки незалежності України набули дослідження українських вчених

в галузі молекулярної фізіології, а також кріобіології та кріомедицини.

Широкого визнання світової наукової громадськості здобувають роботи наших математиків і вчених у галузі теоретичної механіки.

Дослідження, які проводяться в Академії в галузі фізики наднизьких температур, зокрема з ядерного магнетизму, кінетики квантових ефектів, роботи в галузі декаметрової радіоастрономії наразі значною мірою не лише перебувають на світовому рівні, а й значною мірою визначають цей рівень.

Національна академія наук України залишається загальноновизнаним у світі центром матеріалознавства. Серед останніх досягнень наших вчених у цій галузі – розробка вперше у світовій практиці поліматричного композиту на основі тугоплавких металів хром-ванадій, відкриття механізму вирощування надчистих великих монокристалів алмазу, створення принципово нового методу отримання інтеркаляційних нанокомпозитів. Конкурентоспроможною на світовому ринку є й розроблена вченими Академії технологія виробництва зливків титану та його сплавів з високою чистотою.

Є певні досягнення у галузі соціогуманітарних наук. Значний внесок зроблено в теоретичне обґрунтування й інформаційно-аналітичний супровід суспільно-політичних і соціально-економічних перетворень, вивчення сучасних трансформацій у суспільстві, розробку основ структурно-інвестиційної, інноваційної, етнонаціональної, демографічної й гуманітарної політики держави.

Фундаментальні праці опубліковані з історії України й історії української культури. Важливим результатом стало створення першої вітчизняної електронної лексикографічної системи.

Визнанням світового рівня досліджень вчених Академії стало присудження їм престижних міжнародних премій і нагород.

За останні роки серед таких подій – нагородження Платона Григоровича Костюка Золотою медаллю й премією ім. Дж. Гальвані за пріоритетні роботи в галузі нейронаук, присудження Віктору Григоровичу Бар'яхтару премії ім. М.М. Боголюбова Об'єднаного інституту ядерних досліджень в Дубні за видатні досягнення в галузі теоретичної фізики.

Володимир Германович Дрінфельд нагороджений Філдсовською медаллю – найвищою світовою відзнакою в математиці. Ярослав Степанович Яцків удостоєний Європейської премії ім. Рене Декарта, Ельмар



Президія НАН України, Київ, вул. Володимирська, 54

* Інтерв'ю Б.Є. Патона газеті «День», 26.11.2007

Григорович Петров – німецької премії ім. Олександра фон Гумбольдта. Олександр Миколайович Гузь цього року нагороджений найвищою нагородою Європейської академії наук – медаллю Паскаля.

Чимало наших вчених обрані членами іноземних академій і авторитетних наукових товариств, увійшли до керівного складу міжнародних наукових організацій і редколегій всесвітньо відомих наукових журналів.

Ще одним важливим моментом є участь інститутів Академії у великих міжнародних наукових проектах. Наприклад, фізики Харкова й Києва виконують низку унікальних робіт, пов'язаних зі створенням у ЦЕРНі, це Європейська організація ядерних досліджень, найпотужнішого у світі лінійного прискорювача, або, як його називають, суперколайдера. Невід'ємною й багато в чому визначальною частиною міжнародних проектів з вивчення геокосмосу є дослідження на нашому найбільшому у світі радіотелескопі УТР-2. Варто згадати й участь наших вчених у стратегічному міжнародному проекті з термоядерного синтезу, а також у цілій низці дуже важливих для України проектів, які реалізуються в Міжнародному інституті прикладного системного аналізу.

– Які критерії й за якою шкалою використовуються для оцінки результатів наукових праць?

– Частково я вже відповів на ваше запитання. На мій погляд, до критеріїв оцінки тих чи інших наукових результатів слід віднести, передусім, визнання їхньої важливості для розвитку науки й суспільства самим науковим співтовариством, вченими, які працюють у тій самій або суміжних галузях знання. І це визнання може виражатися в таких різних формах і з такими, як б сказав, часовими розбіжностями, що говорити про якусь оціночну шкалу не має сенсу. Тим паче не можна, на мій погляд, абсолютизувати окремі критерії, такі, як індекс цитування авторів наукових статей, імпаکت-чинник журналів, де ці статті опубліковані, і т.п.

Вагомим критерієм, передусім для прикладних результатів, є також їхнє практичне втілення в принципово новій продукції, в технологіях її виробництва, у сфері конкретних товарів і послуг. Хоч і в цьому разі, як свідчить історичний досвід, унаслідок тих чи інших об'єктивних і суб'єктивних причин, часовий інтервал між отриманням результату та його практичним використанням може бути дуже великим.

– Які напрями наукових досліджень сьогодні найбільш актуальні для суспільства, для України? Як ці дослідження забезпечені людськими та матеріальними ресурсами?

– До таких напрямків слід зарахувати, передусім, розвиток протягом найближчих десятиліть нанотехнологій. За багатьма прогнозами, саме нанотехнології стануть однією з основних рушійних

сил нової науково-технічної революції XXI століття. Вони дають можливість здійснювати керовані маніпуляції з речовиною на рівні однієї мільярдної частки метра, що фактично означає управління фізичними, хімічними й біологічними процесами на атомарному та молекулярному рівнях. Це дозволяє створювати принципово нові матеріали, прилади, медичні препарати й методи лікування.

Дуже важливо, що Україна має всі передумови, щоб стати активним учасником світового розвитку нанотехнологій. Це підтвердила, зокрема, проведена буквально днями в Національній академії наук міжнародна конференція «Нанорозмірні системи: будови, властивості, технології». І, що дуже важливо, якщо говорити про людські ресурси, Академічні читання – публічні лекції провідних вітчизняних і закордонних вчених для студентів і молодих вчених, які цікавляться питаннями дослідження, технологій отримання й практичного використання наноматеріалів, що відбулися напередодні цієї конференції, залучили в аудиторію близько 500 слухачів,

Не буду так детально, зупинятися на інших, не менш актуальних напрямках, лише позначу їх. Серед них окремі розділи сучасної біології та біотехнології, що мають величезне значення для сільського господарства, охорони здоров'я людей і довкілля, інформатика, проблеми енергетики й енергозбереження, оцінки ресурсу та продовження термінів експлуатації важливих технічних об'єктів і споруд.

Безперечним пріоритетом для Національної академії є й уся сфера соціогуманітарних наук, насамперед ті її дисципліни, що спрямовані на соціально-економічний, політичний і культурний розвиток сучасного українського суспільства.

Безумовно, наука за своєю природою інтернаціональна. І нам не треба, та це й неможливо, охоплювати всі без винятку напрямки наукового пошуку. Дуже важливо визначити ті сфери, де внесок вчених Академії буде найбільш вагомим як для розвитку самої науки, так і для розв'язання найважливіших проблем розвитку України.

Хотілося б також зауважити, що на всіх найбільш пріоритетних напрямках у Національній академії наук починаючи з 2000 р. формуються й реалізуються цільові наукові програми та науково-технічні інноваційні проекти. Це дозволяє додатково, причому на конкурсній основі, забезпечувати відповідні дослідження необхідними фінансовими й матеріально-технічними ресурсами. Наразі на це витрачається близько третини загального бюджету Академії. У пріоритетному порядку для цих досліджень виділяється й сучасне наукове обладнання. Завдяки підтримці уряду, Академія останні декілька років має можливість закуповувати таке обладнання у провідних закордонних фірм.

Ми збираємося надалі всіляко розвивати й так звані цілеспрямовані фундаментальні дослідження. Це дасть можливість, не применшуючи жодною мірою ролі й значення власне фундаментальних досліджень, цільовим чином створювати наукові основи принципово нової техніки й технології.

Але, безсумнівно, подальший розвиток пріоритетних наукових напрямків потребує істотного поліпшення їх забезпечення й людськими, й матеріальними ресурсами.

– Який внесок у світові комп'ютерні технології зробила за останні роки НАНУ?

Досить вагомим є внесок наших вчених-кібернетиків у створення принципово нових підходів до побудови архітектури обчислювальних систем, подальший розвиток теорії управління. Важливі результати отримані в галузі інтелектуальних інформаційних технологій і систем.

Зазначу, що в Україні створено перший у світі лазерний накопичувач інформації на оптичних циліндрах з використанням оптичної інверсії.

Зовсім недавно в Інституті кібернетики ім. В.М. Глушкова введено в експлуатацію перший вітчизняний суперкомп'ютер, який дозволяє вирішувати дуже складні задачі надвисокої обчислювальної розмірності.

Хоча, якщо бути відвертим, розвиток інформатики багато в чому ще не відповідає сучасному світовому рівню й практичним потребам нашої країни.

– Що є головною перешкодою в роботі вчених? Кошти, точніше, їх відсутність?

– Мушу сказати, що за останні роки загальний обсяг витрат державного бюджету на фінансування діяльності Національної академії наук постійно зростає. Поточного року, порівняно з попереднім, це зростання становило близько 29 %, а маю на увазі планові показники, а 2006 року – трохи більш як 23 % за фактом.

Але слід врахувати й той факт, що переважна частина такого збільшення йде на підвищення посадових окладів відповідно до зростання в країні мінімальної заробітної плати, тобто так звану індексацію й зростаючу оплату комунальних послуг. Решту ми саме й направляємо повністю на програмно-цільову й конкурсну тематику наукових досліджень.

Загалом в Академії 69 % фінансування з держбюджету витрачається на заробітну плату й виплату нарахувань на неї. Зрозуміло, що бюджетних коштів на придбання необхідних для вчених наукових приладів, матеріалів і реактивів, закордонної наукової періодики, на оплату доступу до електронних ресурсів сучасної науково-технічної інформації, на відрядження вчених для участі в закордонних наукових симпозиумах катастрофічно не вистачає.

Інститути Академії докладають великих зусиль для залучення надходжень з позабюджетних джерел за рахунок комерціалізації своїх наукових результа-

тів – виконання робіт за договорами та контрактами з вітчизняними й закордонними замовниками, продажу ліцензій, готової науково-технічної продукції тощо. Це дуже важливо й, безумовно, потрібно, але загалом проблеми не вирішує.

Мушу у зв'язку з цим зауважити, що загальний, з усіх джерел, обсяг фінансування науки у ВВП скоротився в Україні, починаючи з 1991 року, майже вдвічі й становив 2006 року близько 1 %. Для порівняння, в країнах Євросоюзу цей показник становить близько 2 %, у США – 2,7, у Південній Кореї – 2,9 %, а у Швейцарії – близько 4 %. До речі, Казахстан планує збільшити фінансування науки протягом найближчих 5 років у 25 разів і довести його частку у ВВП до 5 %.

– Скільки, в середньому, заробляє старший науковий співробітник? Керівник дослідницького відділу в системі НАНУ?

– За підсумками 2006 року, середня заробітна плата працівників Академії становила близько 1400 грн. на місяць, що не набагато перевищує середню зарплату по країні. За даними Держкомстату її розмір того ж 2006 року був 1041 грн.

Влітку Цього року Кабінет Міністрів України затвердив нові і, як сказав, більш стимулюючі умови оплати праці в інститутах НАН України. Наразі посадові оклади старшого наукового співробітника та завідуючого науковим відділом у середньому становлять 1876 грн. і 2111 грн. відповідно. А їхня місячна заробітна плата, з урахуванням обов'язкових доплат за вчений ступінь і вчене звання, надбавки за науковий стаж, – відповідно 3189 грн. і 3969 грн.

– Чи дійсно (як про це пишуть ЗМІ) більшість талановитих і молодих українських вчених сьогодні працює за кордоном? Скільки це, приблизно, у відсотках?

– На початок 2007 року загальна кількість працівників у наших наукових установах становила трохи більш як 39 тис. осіб, зокрема безпосередньо наукових працівників близько 17 тис. Серед них – 2,5 тис. лікарів і 8 тис. кандидатів наук. Щорічно близько 100 наукових працівників Академії захищають докторські й близько 400 – кандидатські дисертації.

Наводжу ці цифри для того, щоб підкреслити, що, незважаючи на всі труднощі останніх років, Академії вдалося зберегти, а в деяких нових напрямках і посилити свої наукові кадри.

Твердження, що більшість талановитих і молодих українських вчених сьогодні працює в закордонних наукових центрах, є великим перебільшенням. За нашими даними, за останні 15 років на постійне проживання за межі України виїхало 600 працівників наукових установ Академії, причому працівників різної кваліфікації й усіх вікових категорій. Серед тих, хто виїхав, 105 лікарів і 327 кандидатів наук,

що, як видно, становить близько 7 % нинішньої кількості наукових працівників вищої кваліфікації. Додам до цього й те, що за останні роки кількість наших емігруючих працівників скоротилася, порівняно з початком вищезгаданого 15-річного періоду, більш як у 10 разів. Наприклад, 2006 року на постійне проживання за кордон виїхало лише сім наукових працівників Академії.

Безумовно, значна кількість наших вчених, понад 400 осіб щороку, виїжджає на стажування або тимчасову роботу в закордонні наукові центри. І в багатьох випадках це відбувається в рамках відповідних договорів про співпрацю, виконання спільних наукових проектів і т.п. І це треба тільки вітати. Сподіваюся, що в недалекому майбутньому й ми зможемо створювати адекватні умови для роботи в наших інститутах закордонним вченим.

– Яким є середній вік вчених, які займаються дослідженнями?

– Це дуже наболіла, я б навіть сказав, критична проблема для Академії та науки України загалом. Вона

існує і в Росії, й у інших країнах колишнього СРСР. Більше того, тією чи іншою мірою вона почала проявлятися й у багатьох розвинених країнах, у всьому світі. Молодь зараз не дуже поривається йти в науку.

Незважаючи на всі заходи, яких ми вживаємо для поповнення наших наукових установ талановитою молоддю, зупинити процес загального «старіння» наукових кадрів поки не вдається. Нині середній вік наших наукових працівників загалом становить близько 50 років, кандидатів наук – 53 роки, докторів наук – 62 роки. Питома вага наукових працівників віком до 35 років – близько 18 %. Це, звісно, дуже мало.

І біда тут не тільки й не стільки в низькому рівні стипендій аспірантів і заробітної плати молодих фахівців. Головне – відсутність у них реальних можливостей вирішити свою житлову проблему. У таких умовах єдиний, на мій погляд, вихід – це виділення державою необхідних і достатніх коштів для будівництва або придбання Академією службових квартир для молодих вчених.

Клара Ґудзик

Довідка про Національну академію наук України

(станом на 01.11.2020 р.)

Національна академія наук України заснована 27 листопада 1918 р. у м. Києві. Її першим президентом був видатний учений із світовим ім'ям В.І. Вернадський.

Статус. Національна академія наук України (НАН України, Академія) згідно з чинним законодавством є вищою науковою самоврядною організацією України, що заснована на державній власності. Самоврядність Академії полягає у самостійному визначенні тематики досліджень та форм їх організації й проведення, формуванні своєї структури, вирішенні науково-організаційних, господарських, кадрових питань, здійсненні міжнародних наукових зв'язків, виборності та колегіальності органів управління. Академія об'єднує дійсних членів, членів-кореспондентів та іноземних членів, усіх науковців її установ, організовує і здійснює фундаментальні та прикладні наукові дослідження з найважливіших проблем природничих, технічних, суспільних і гуманітарних наук.

Структура. В НАН України функціонують 3 секції (фізико-технічних і математичних наук; хімічних і біологічних наук; суспільних і гуманітарних наук), що об'єднують 14 відділень наук: математики; інформатики; механіки; фізики та астрономії; наук про Землю; фізико-технічних проблем матеріалознавства; фізико-технічних проблем енергетики; ядерної фізики та енергетики; хімії; біохімії, фізіології і молекулярної біології; загальної біології; економіки; історії, філософії та права; літератури, мови та мистецтвознавства.

В Академії діють 5 регіональних наукових центрів подвійного з Міністерством освіти і науки України підпорядкування: Донецький (м. Покровськ), Західний (м. Львів), Південний (м. Одеса), Північно-Східний (м. Харків), Придніпровський (м. Дніпро), а також Центр оцінювання діяльності наукових установ та наукового забезпечення розвитку регіонів (м. Київ). Статутну діяльність Кримського наукового центру та його фінансування з бюджету НАН України призупинено в 2014 р.

Основною ланкою структури НАН України є науково-дослідні інститути та інші наукові установи (обсерваторії, ботанічні сади, дендропарки, заповідники, бібліотеки, музеї тощо). В структурі НАН України діють національні заклади – Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського, Національний науковий центр «Харківський фізико-технічний інститут», Національний історико-археологічний заповідник «Ольвія», Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка, Національний дендрологічний парк «Софіївка», Національний науково-природничий музей, Львівська національна наукова бібліотека України ім. В. Стефаника, Національний центр «Мала академія наук України». До структури НАН України входять також підприємства дослідно-виробничої бази (дослідні підприємства, конструкторсько-технологічні організації, обчислювальні центри). Всього на цей час в НАН України діють 160 наукових установ та 38 підприємств дослідно-виробничої бази.

Детальніше за посиланням: www.nas.gov.ua/UA/About/Pages/default.aspx.

ЕВОЛЮЦІЯ ПЛАЗМОВОГО РІЗАННЯ

Фахівці в металообробці, що використовують до теперішнього часу обладнання для плазмового різання, якому 10 років або більше, можуть бути дуже здивовані, коли раптом дізнаються, як далеко вперед пішла технологія плазмового різання. Технологія розвинулася до такого ступеня, що кромки різів стали гладкими, ніж будь-коли, і точність вирізаних отворів стала такою, що тепер в них можна розмістити кріплення.

Плазмова різка пройшла довгий шлях, з того моменту, коли була винайдена в кінці 1950-х років інженерами компанії Union Carbide Corp. Сьогодні плазмова різка є одним з найбільш широко використовуваних процесів різання металу для великої різноманітності галузей промисловості.

Ранні системи плазмового різання використовувалися в основному для різання листів з нержавіючої сталі та алюмінію від 1 до 15 мм завтовшки. Ці системи, примітивні в дизайні за сьогоденніми мірками, були найбільш практичним методом для різання листів з немагнітних матеріалів.

Інженери постійно працювали над процесом плазмового різання протягом 1960-х років з метою поліпшення якості різів і збільшення терміну служби витратних матеріалів пальника, таких як сопла і електроди. Плазмові технології почали набирати оберти протягом цього періоду, оскільки процес поліпшувався і стало можливим різати складні форми з листів кольорових металів на дуже високих швидкостях.

У 1968 р. був впроваджений процес радіального упорскування води в сопло. Ця запатентована технологія для сопла, де чиста вода впорскується радіально навколо плазмового струменя, щоб стиснути дугу, збільшуючи його щільність енергії при одночасному підвищенні охолодження сопла. Таким чином підвищуються швидкості різання, виходять різі більш високої якості, а також з'являється можливість різати вуглецеві сталі на швидкостях від чотирьох до шести разів швидше, ніж процес газового різання.

Приблизно в цей же час технології приводу координатної системи також удосконалюються. Мікропроцесорна технологія починає ставати основою машин з керуванням ХУ, що дозволяє більшу точ-

ність, більш високі швидкості різання (необхідні для плазмових систем нової технології), і більш високі рівні автоматизації і продуктивності в цеху.

До 1970 р. плазмова технологія різання в основному замінила кисневу різку сталі листів від 5 до 25 мм товщиною, все ще поступаючись газовому різанню при обробці нержавіючих і алюмінієвих металів. У той час як плазма вже може розрізати сталі товщі, ніж 25 мм, процес кисневого різання все ще залишався більш дешевою альтернативою для товстого сталевого листа.

1957 р. Процес плазмового різання був розроблений і запатентований Union Carbide в якості розширення дугового процесу зварювання вольфрамом в середовищі інертного газу (аргонодугове зварювання TIG).

1962–1967 рр. Кілька нових розробок були завершені в напрямку зміни дизайну витратних матеріалів і розробки пальника з подвійним потоком, щоб збільшити термін служби витратних матеріалів і якість різання кольорових металів.

1968 р. Процес упорскування води був запатентований. Цей процес дозволив робити різання з чистими, прямокутними краями і на більш високих швидкостях, а також різання вуглецевих сталей з прийнятною якістю різів.

1970–1979 рр. З'являється водоналивні столи і столи з заслінками, призначені для поглинання диму і контролю за димовідводом. З'являється автоматизоване управління висотою дуги, засноване на контролі напруги дуги для більш стабільної якості різання і більш тривалого терміну служби витратних деталей.

1980–1984 рр. З'явилися системи плазмового різання на основі різання киснем, які допомогли покращити прямокутність і металургію кромки різів (краща зварюваність) і дають можливість різання вуглецевих сталей при низьких рівнях потужності і високих швидкостях різання.

1984–1990 рр. Багато розробок в ці роки в області повітряноплазмового різання дозволили збільшити мобільність установок та забезпечити більш низькі рівні потужності для ручного і механізованого різання тонколистового металу.



1990 р. Поліпшення конструкції джерел живлення на основі керованої імпульсної модуляції струма на виході. При виробництві деяких систем почали використовувати полегшені інверторні технології джерел живлення, які найбільше підходять для портативних ручних плазмових систем.

1992 р. Поява технології плазмово-кисневого різання зі збільшеним терміном служби витратних матеріалів (Long-Life). По суті це було мікропроцесорним способом управління тиском плазми, а також вихідної сили струму. Це дозволило збільшити довговічність витратних частин в 4–6 разів і допомогло знизити вартість плазмового різання.

1993 р. Розроблено процес High Definition, який реалізує попередню технологію плазмово-кисневого різання Long-Life. Це процес з новим дизайном сопла, що призвело до збільшення щільності енергії кисневої плазмової дуги і поліпшення чистоти різу для всіх діапазонів товщини металів.

1996 р. З'являються автоматизовані системи управління потоком газу. Вони пов'язані з цифровими системами з ЧПУ. Ці елементи управління газовим потоком виключили деякі потенційні для операторів помилки, пов'язані з визначенням параметрів процесу різання.

1996–2006 рр. Відбулися великі зміни в зв'язку з поліпшенням якості різання, продуктивністю і автоматизацією багатьох параметрів процесу різання. Вони включали інтеграцію процесу плазмового різання в систему ЧПУ, джерело струму, контроль витрати газу, необхідне відповідне програмне забезпечення і системи регулювання висоти для автоматизації процесу. З цими знаннями, вбудованими в систему, робота оператора верстата стала значно простіше, а сам процес перестав залежати від досвіду оператора.

Останні технологічні розробки

За останні вісім років події в удосконаленні технології плазмового різання відбувалися в дуже швидкому темпі. Останньою версією установок високої чіткості High-definition є їх повна інтеграція з верстатами з ЧПУ. Нові верстати з ЧПУ оснащені сенсорним екраном, мінімізуючи кількість кнопок, які беруть участь в експлуатації плазмового різання і роблять операцію настільки просто, наскільки це робить будь-яке програмне забезпечення Windows®. Навчання оператора значно спрощено навіть на найбільших і складних верстатах плазмового різання з ЧПУ.

Робота оператора також стала легше з поліпшенням функціональності автоматичного калібрування регулюванням висоти. Оператору також не потрібно вносити корективи на знос витратних матеріалів в плазмотроні.

Різка отворів була покращена завдяки великій базі даних інформації в програмному забезпеченні САМ, який автоматично розпізнає можливості САПР і реалізує найкращий шлях і параметри плазмового різання, в тому числі зміни захисного газу, що майже виключає конусність отворів при різанні сталі. Цей процес є

зрозумілим для оператора верстата і системного програміста, усуваючи необхідність їм бути експертами.

Скорочення тривалості циклу «від різу до різу» було включено в САМ програмне забезпечення. Програмне забезпечення автоматично розпізнає кроки різання і змінює час пересування різачка, оптимізує час визначення початкової висоти і попередньої подачі газу, щоб зменшити час процесу різання і збільшити продуктивність продукту.

Програмне забезпечення тепер застосовується найбільш ефективним способом, щоб уникнути проходження плазмотрона через райони з раніше вирізаними частинами.

Поліпшення програмного забезпечення для вирізки фасок спростило інтеграцію і роботу конічної голівки в складі ХУ верстатів з ЧПУ. Це удосконалення пов'язано з програмним забезпеченням системи САМ, економить велику частину часу програміста і оператора на тестування проб і помилок, які завжди були необхідні при виявленні кращих допусків на фаски для підготовки кромок до подальшого зварювання.

Найновіша технологія застосування вентиляованих сопел і змішування газів допомогла поліпшити якість різання нержавіючої сталі. Краї різу прямі, кромка гладка і відмінно зварюється надалі. Установки для повітряно-плазмового різання від найбільших виробників також значно покращилися з точки зору якості різання, життя витратних матеріалів та робочого циклу. Ці системи, в першу чергу призначені для переносного використання і використання в невеликих цехах, тепер доступні в виконаннях з швидкою установкою механізованого різачка і інтерфейсом, легко інтегрованим з бюджетними верстатами з ЧПУ. Такі системи доступні потужністю від 30 А, розміром з кейс від шурупверта, працюють від побутової мережі живлення 220 В, здатні різати метал до 12 мм завтовшки, і до промислових систем потужністю в 125 А, зі 100 % робочим циклом, які можуть різати товстий метал товщиною до 60 мм. Обидві ці портативні системи можуть бути використані як з ручним пальником, так і з механізованим плазмотроном для різних автоматизованих рішень.

Промислові механізовані системи зазвичай мають 100 % робочий цикл, доступні з автоматичними плазмотронами і розроблені для використання з різними стисненими газами, забезпечуючи якість різання для різних матеріалів. Ці системи доступні в різних розмірах і в діапазонах потужності від 130 до 800 А.

З моменту створення першої системи плазмового різання було багато зроблено для підвищення надійності, продуктивності, терміну служби витратних матеріалів, якості різання і простоти використання. Зараз частина ринку процесу плазмового різання розділяє лазерна, гідроабразивна і киснева різка, кожна з яких має свою точність, продуктивність і довгострокову економічну ефективність при використанні для різних завдань.

РІВНІ ЯКОСТІ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ ТА ДОПУСТИМИ ДЕФЕКТИ У ЗВАРНИХ ШВАХ

В.О. Троїцький

ІЕЗ ім. С.О. Патона НАН України. 03150, м. Київ, вул. Казимира Малевича, 11. E-mail: office@paton.kiev.ua

Українське товариство УТ НКТД видало та розповсюджує міжнародний стандарт ISO 5817, що стосується трьох рівнів якості зварних з'єднань D, C, B, який застосовують усі провідні країни світу з 2003 р. при взаємних поставках зварних металоконструкцій. В Росії він діє з 2009 р. З 2019 р. усі металоконструкції, що виготовлені в Україні дуговими методами зварювання, повинні відповідати стандарту СТТУ УТ НКТД ISO 5817-2019 «Зварні з'єднання зі сталі, нікелю, титану та їх сплавів, отримані зварюванням плавленням», рівні якості (ISO 5817:2014, IDT), Київ, 2019. Цей стандарт – тотожний переклад ISO 5817:2014 «Welding Fusion – welded joints in steel, titanium and their alloys – Quality level for imperfections», прийнятий як ДСТУ ISO 5817:2016 методом підтвердження. В статті пояснюється важливість даного стандарту, наводиться коротка таблиця з допустимими розмірами дефектів поверхні для рівнів D, C, B. Стандарт СТТУ УТ НКТД ISO 5817-2019 повністю приводиться на сайті УТ НКТД www.usndt.com.ua. Бібліогр. 6, табл. 1.

Ключові слова: рівень якості, зварні з'єднання, взаємні поставки, стандарт, дугові види зварювання, крихкі руйнування, напруження, пори, підріз, корінь шва, тріщина, кромка, натік

При проектуванні зварних конструкцій обирають матеріал, ґрунтуючись на його міцнісних характеристиках та зварюємості. Міцнісні характеристики визначаються для бездефектних конструкцій при статичному та циклічному навантаженнях. Однак часто відбуваються крихкі руйнування через внутрішні напруження, причинами яких є дефекти зварних з'єднань.

Природна поява та ймовірний розподіл дефектів, які характерні для усіх типів металу та зварювання, мають бути враховані під час проектування конструкцій.

Прагнення домогтися «абсолютної бездефектності» конструкції часто погіршує її експлуатаційні властивості, оскільки ремонти з метою усунення дефектів призводять до виникнення додаткових локальних напружень та руйнування конструкції. Тому введено поняття рівня якості [1].

При призначенні рівнів якості, розмірів можливих дефектів встановлюють декілька рівнів якості зварного з'єднання та виробу в цілому [1, 2].

Правильний, диференційний підхід [3, 4] до оцінки якості зварних конструкцій повинен ґрунтуватися на економічних й міцнісних розрахунках з визначенням реальної несучої здатності конструкції. Визначення механічних властивостей основного металу, зварного шва та біляшовної зони виконують на спеціально виготовлених зразках при відпрацьовуванні технології. Однак аналіз руйнувань зварних конструкцій показує, що багато з них виникають по околешовній зоні, а не по зварному шву, що цілком зрозуміло [5, 6].

Найпоширенішим типом дефектів при дуговому зварюванні є пори. У швах стикових з'єднань з низьковуглецевих й аустенітних сталей кількість окремих

пор невелика. Їх число, вигляд і характер розподілу залежать від виду зварювання й рівня виробництва.

При змінних навантаженнях концентрація напруг має вирішальне значення. Вважається, що якщо коефіцієнт концентрації напруг [3, 5] від валика посилення вище, ніж від пор, то помірна пористість (до 4 %) не погіршує несучої здатності. При видаленні валика посилення шва навіть невеликі пори різко знижують витривалість зварних з'єднань. У більшості зварних конструкцій зберігаються валики посилення швів. Часто переважний вплив на концентрацію напруги має форма шва, а конструкція руйнується на границі переходу валика посилення до основного металу. Цей перехід повинен бути плавним.

Шлакові вclusions у порівнянні з порами у значно меншій мірі знижує втомлювальну міцність. Їх вплив займає проміжне положення між окисними плівками та вольфрамовими вclusionsми. Як і шлакові вclusions, міцність швів знижує окисні плівки, вclusions нітридів, сульфідів, легкоплавких евтектик. Найчастіше подібні дефекти виникають при зварюванні алюмінієвих сплавів.

Поширеним дефектом зварювання є непровар [3], який зменшує перетин шва та є концентратором напруг. Вплив непровара визначається різницею у міцності металу шва й основного металу. Непровари утворюються при забрудненні кромки, неправильної їх підготовці, нестійкому режимі зварювання. Часто навіть при відносно великих непроварах руйнування відбувається не по шву, оскільки непровар компенсується підсиленням шва.

Непровари у центрі V-образних швів значно небезпечні, ніж в X-образних швах при двосторонньому зварюванні, наприклад, несучільності шва глибиною приблизно 25 % при X-образній

обробці та двосторонньому зварюванні не знижують статичну міцність зварного з'єднання з валиком підсилення. Однак при цьому різко знижуються пластичні властивості з'єднання.

Для того, щоб відбулося руйнування, необхідна спільна дія трьох факторів: розтяжних напруг, дефектів з гострими гранями й мікроструктури, що схильна до утворення тріщин. Для виключення крихкого руйнування достатньо виключити один з вказаних факторів. Для запобігання крихкого руйнування необхідно правильно обрати марку металу, який гальмував би розвиток дефекту. Так, тріщина, що з'явилася в області мартенситної структури, гальмується під час переходу до зони пластичного фериту, що має різностні зерна. При цьому тріщина, що розвивається в області зварного шва, як і непровар, не повинна досягати деяких критичних розмірів, перевищення яких створює напруження, що руйнують метал. Усі перераховані особливості зварних швів, що утворені дуговими видами зварювання, у концентрованому вигляді об'єднані [1, 6] в стандарт ISO 5817-2009, що встановлює категорії якості швів, які повинні знати всі зварювальники та усі дефектоскопісти. Стандарт ISO 5817 встановлює рівні якості зварних з'єднань, що утворені усіма видами зварювання плавленням. В ньому вказані припустимі розміри дефектів для зварювання усіх видів сталей, нікелю, титана та їх сплавів, які повинні бути виявлені та оцінені. Усі зварні шви металоконструкцій повинні відповідати вказаним у документації рівням якості D, C, B. Перевищення розмірів дефектів, вказаних для категорії D, потребують ремонту конструкції. Перевищення розмірів дефектів в категорії C призводять зазвичай до зниження вартості виробу.

Рівні якості для зварних з'єднань, що отримані променевим способом зварювання, представлені в іншому стандарті ISO 13919-1.

У міжнародному стандарті ISO 5817 встановлюється три рівні якості, які позначені символами B, C та D. Рівень B (best) відповідає найбільш високим вимогам до якості зварних швів. Рівень C (середній) і D припустимі для менш відповідальних виробів.

Походженню дефектів, їх допустимості, впливу на якість зварних швів присвячені такі наступні міжнародні стандарти:

ISO 2553 «Соединения сварные и паяные твердым и мягким припоем. Условные обозначения на чертежах»; ISO 4063 «Сварка. Перечень и условное обозначение процессов»; ISO 6520-1:1998 «Сварка. Классификация дефектов геометрии и сплошности в металлических материалах», Часть 1; ISO 13919-1. «Сварка. Сварные соединения, полученные электронно-лучевой и лазерной сваркой».

Стандарт ISO 5817 є одним з основних у системі забезпечення контрольованої якості на вироб-

ництві зварних конструкцій. В ньому викладені як граничні дефекти, так і принципи категорій якості. При оцінці якості, при підсумовуванні множинних дефектів треба враховувати, що окремі дефекти на зображеннях можуть взаємно накладатися. У цьому випадку підсумовування усіх допустимих дефектів повинно бути обмежено величинами, що вказані для різних дефектів окремо.

На основі цього стандарту створено багато нормативних документів, наприклад, каталог «Справочные рентгенограммы для оценки дефектов сварных швов в соответствии со стандартом ISO 5817», який опублікований Міжнародним інститутом зварювання – (IIW), Deucher Verlag fur Schweissen und verwandte Verfahren, Dusseldorf та інші документи.

В таблиці зроблено короткий випис зі стандарту ISO 5817 для використання при розробці креслень і/або інших стандартів. Повністю стандарт є на сайті Українського товариства НКТД. В таблиці наводиться спрощений набір та назви дефектів дугового зварювання, котрі описані в більш ранньому стандарті ISO 6520-1. Свої рівні якості для різних типів швів у кожній конструкції вказуються у технічній документації. Тільки за умов такої організації зварювального виробництва у розвинених країнах забезпечується висока якість металоконструкцій. Стандарт ISO-5817 в цих країнах застосовується з 2003 р., в Росії – з 2011. Час застосувати ISO-5817 і в Україні.


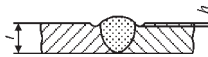
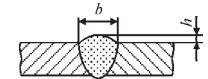
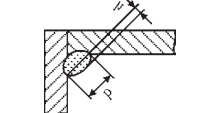
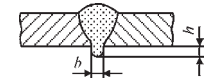
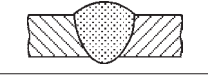

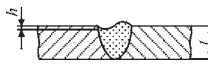
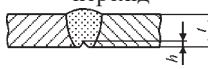
Далеко не всі шви повинні бути категорії B – це важко здійснити. Вибір рівня якості повинен враховувати експлуатацію, проектування, наступну обробку (наприклад, покриття), режим впливу навантажень (наприклад, статичний, динамічний), умови експлуатації (наприклад, температура, навколишнє середовище) й наслідки відмови. Економічні фактори повинні включати не тільки вартість зварювання, але й вартість огляду, випробувань та ремонту, які можуть бути дорожчі, ніж сам процес зварювання.

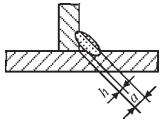
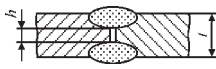
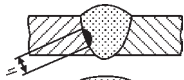
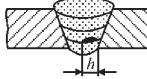

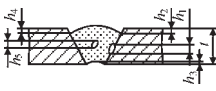
Стандарт ISO 5817 не торкається процесів дефектоскопії, металургійних питань (розмірів зерна, твердості та ін.), можливостей неруйнівного контролю, прийомів та методів, що використовуються для виявлення дефектів. Відомий стандарт ISO 17635, який містить взаємодію між рівнем прийомки для різних неруйнівних методів контролю.

Стандарт ISO 5817 легко застосовувати для автоматизованого [5] візуального огляду зварних швів, який повинен виконуватися перед усіма іншими видами контролю, такими як магнітні, вихрострумові, ультразвукові, рентгенографічні й проникаючими речовинами.

Виконання вимог допустимості, усунення дрібних дефектів, що встановлені в рівні якості B, можуть включати додаткові виробничі процеси,

Короткий випис зі стандарту ISO 5817-2009 про розміри (мм) недопустимих дефектів за рівнями якості D, C, B зварних з'єднань, перевищення яких переводить якість B → C → D → ремонт → утилізація

Номер пункту	Позначення за ISO 6520:1-1998	Вид дефекту	Пояснення	Товщина, t , мм	Обмеження на дефекти для різних рівнів якості		
					D	C	B
1	2	3	4	5	6	7	8
1.1	100	Тріщина		$\geq 0,5$	Не допускаються		
1.3	2017	Поверхнева пора	Максимальний розмір одиничної пори	Від 0,5 до 3	$d \leq 0,3s$	Не допускаються	
				> 3	$d \leq 0,3s$, але не більш 3	$d \leq 0,2s$, але не більш 2	Не допускаються
1.4	2025	Кратерна раковина у кінці шва		Від 0,5 до 3	$h \leq 0,2t$	Не допускаються	
					$h \leq 0,2t$	$h \leq 0,1t$	«-»
1.7	5011	Безперервний підріз		Від 0,5 до 3	Короткі дефекти: $h \leq 0,2t$	Короткі дефекти: $h \leq 0,1t$	«-»
	5012	Переривчастий підріз		> 3	$h \leq 0,2t$, але не більш 0,5	$h \leq 0,1t$, але не більш 0,5	$h \leq 0,05t$, але не більш 0,5
1.9	502	Випуклість шва		$\geq 0,5$	$h \leq 0,1 + 0,25b$, але не більш 10	$h \leq 0,1 + 0,25b$, але не більш 7	$h \leq 0,1 + 0,25b$, але не більш 5
1.10	503	Випуклість кутового шва		$\geq 0,5$	$h \leq 1 + 0,25b$, але не більш 5	$h \leq 1 + 0,15b$, але не більш 4	$h \leq 0,1 + 0,1b$, але не більш 3
1.11	504	Випуклість зі сторони кореня шва		Від 0,5 до 3	$h \leq 1 \text{ мм} + 0,6b$	$h \leq 1 \text{ мм} + 0,35b$	$h \leq 1 \text{ мм} + 0,1b$
1.12	505	Неправильна геометрія кромки шва			$\alpha \leq 90^\circ$	$\alpha \leq 100^\circ$	$\alpha \leq 110^\circ$
1.13	506	Натік			$h \leq 0,2b$	Не допускаються	
1.14	509 511	Протікання Неповне заплавлення кромки	Потрібен плавний перехід 	Від 0,5 до 3	Короткі дефекти: $h \leq 0,25t$	Короткі дефекти: $h \leq 0,1t$	Не допускаються
				> 3	Короткі дефекти: $h \leq 0,25t$, але не більш 2	Короткі дефекти: $h \leq 0,25t$, але не більш 1	Короткі дефекти: $h \leq 0,25t$, але не більш 0,5
1.17	515	Увігнутість зворотної сторони шва	Потрібен плавний перехід 	Від 0,5 до 3	$h \leq 0,2 \text{ мм} + 0,1t$	Короткі дефекти: $h \leq 0,21t$	Не допускаються
				> 3	$h \leq 0,2t$, але не більш 1,5	$h \leq 0,1t$, але не більш 1	$h \leq 0,05t$, але не більш 0,5
1.18	516	Пористість у корені шва	Пориста структура у корені зварного шва	$\geq 0,5$	Допускається локально	Не допускається	
2.1	100	Тріщини внутрішні	Усі типи тріщин, крім мікротріщин і кратерних тріщин	$\geq 0,5$	Не допускається		
2.3	2012	Розподілена пористість	Максимальний розмір дефектної області по відношенню до площі проєкції	$\geq 0,5$	Для одного шару: $\leq 2,5\%$. Для декількох шарів: $\leq 3\%$	Для одного шару: $\leq 1,5\%$. Для декількох шарів: $\leq 3\%$	Для одного шару: $\leq 2,5\%$. Для декількох шарів: $\leq 1\%$
			Максимальний розмір одиничної пори для: - стикових зварних швів; - куткових зварних швів		$d \leq 0,4s$, але не більш 5 $d \leq 0,4a$, але не більш 5	$d \leq 0,3s$, але не більш 4 $d \leq 0,3a$, але не більш 4	$d \leq 0,2s$, але не більш 3 $d \leq 0,2a$, але не більш 3

1	2	3	4	5	6	7	8
2.5	2014	Лінійна пористість	Максимальний розмір площі	≥ 0,5	≤ 8 %	≤ 4 %	≤ 2%
			Максимальний розмір одиної пори для: - стикових зварних швів - кутових зварних швів		$d \leq 0,4s$, але не більш 4 $d \leq 0,4a$, але не більш 4	$d \leq 0,3s$, але не більш 4 $d \leq 0,3a$, але не більш 3	$d \leq 0,2s$, але не більш 2 $d \leq 0,2a$, але не більш 2
2.13	402	Неповне проплавлення		≥ 0,5	$h \leq 0,2a$, але не більш 4	Не допускаються	
						«-»	
2.11	3042	Включення міді	-	≥ 0,5	Не допускаються		
2.12	401 4011 4012 4013	Несплавлення Несплавлення з кромкою Несплавлення між шарами Несплавлення у корені шва		≥ 0,5	$h \leq 0,2s$, але не більш 4 $h \leq 0,2a$, але не більш 4	Не допускаються	
							
3.2	617	Зазор у корені шва для кутових зварних швів		Від 0,5 до 3	$h \leq 0,5 + 0,1a$	$h \leq 0,3 + 0,1a$	$h \leq 0,2 + 0,1a$
				>3	$h \leq 1 + 0,3a$, але не більш 4	$h \leq 0,5 + 0,2a$, але не більш 4	$h \leq 0,5 + 0,1a$, але не більш 4
4.1	Немає	Множинні дефекти		Від 0,5 до 3	Не допускаються		
				>3	Максимум загальної висоти дефектів $\Sigma h \leq 0,4t$ або $\leq 0,25a$	Максимум загальної висоти дефектів $\Sigma h \leq 0,3t$ або $\leq 0,2a$	Максимум загальної висоти дефектів $\Sigma h \leq 0,2t$ або $\leq 0,15a$

наприклад, шліфування, дугову обробку у середовищі інертного газу і т.п., за допомогою яких виявляють внутрішні дефекти по цьому стандарту.

Дотримання норм по дефектності стандарту СТТУ УТНКТД (ГОСТ) 5817 потребує різного рівня витрат на дефектоскопію, на усунення дефектів, тому у технічній документації високі рівні якості С і В повинні бути мотивовані міцністними, соціальними й економічними розрахунками. Забезпечення рівня якості D також потребує не малих зусиль для підприємств, які починають виробляти зварні металоконструкції. Єдиний шлях вітчизняних зварних з'єднань на міжнародний ринок – це освоєння рівнів якості ISO-5817.

Виводи

Дугові види зварювання остаються основними видами технології виготовлення різних металоконструкцій як цивільного, так і воєнного виробництва. Для чіткості взаємних розрахунків, що враховують якість продукції, що поставляється, усі країни притримуються стандарту ISO 5817, який встановлює три рівні якості зварних з'єднань D, C, B. Зварні шви без дефектів не бувають. Якість,

розміри й розташування різних несучільностей та сторонніх включень нормуються цим стандартом. Рівень якості B (best) потребує устояного виробництва, високої якості й професіоналізму виконавців. Найчастіше конструкції відповідають рівням C і D. Ремонти зварних швів зазвичай виконуються, якщо рівень якості нижче рівня D. Досягнутий рівень якості відображається у вартості та об'ємах виконаної дефектоскопії. В стандарті ISO 5817 окремо нормуються зовнішні і внутрішні несучільності та включення. Для визначення якості потрібне застосування повного дефектоскопічного обстеження. З застосуванням рухомих опто-електронних перетворювачів [6] легко встановлюється рівень якості конструкції за дефектами її поверхні, а також зони можливого розташування внутрішніх дефектів.

Список літератури

1. СТТУ УТНКТД (ГОСТ Р) ISO-5817-2019. *Сварка. Сварні з'єднання з сталі, нікеля, титана і їх сплавів, отримані методом плавлення. Рівні якості.*
2. Патон Б.Е., Троицкий В.А. (2008) *Развитие неразрушающего контроля ответственных металлоконструкций.* НАН України. Б.Е. Патон. Вибрані праці, сс. 582-594.
3. Троицкий В.А., Бобров В.Т и др. (1986) *Неразрушающий контроль качества сварных конструкций.* Киев, Техника.

4. (2009) *Дефектоскопія XXI века*. Троицкий В.А. (ред.). Киев.
5. Троицкий В.А. (2021) *Введение в профессию «Технологии и оборудование неразрушающего контроля качества»*. Киев, Интерсервис.
6. Троицкий В.А., Литвиненко В.А. (2019) Устройства для быстрого и точного визуального контроля протяженных металлоконструкций. *Сварщик*, 4, 38–40

References

1. STTU UTNKTD (GOST R) ISO-5817-2019: *Welding. Fusion-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys. Quality levels* [in Russian].
2. Paton, B.E., Troitskiy, V.A. (2008) *Development of nondestructive testing of critical metal structures*. Ed. by B.E. Paton. Selected works, 582-594 [in Russian].
3. Troitskiy, V.A., Bobrov, V.T. et al. (1986) *Nondestructive testing of quality of welded structures*. Kiev, Tekhnika [in Russian].
4. (2009) *Flaw detection in 21st century*. Ed. by V.A. Troitskiy. Kiev [in Russian].
5. Troitskiy, V.A. (2021) *Introduction to the profession of «Technology and equipment for nondestructive testing»*. Kiev, Interservice [in Russian].
6. Troitskiy, V.A., Litvinenko, V.A. (2019) Devices for fast and accurate visual inspection of extended metal structures. *Svarshchik*, 4, 38–40 [in Russian].

QUALITY LEVELS OF WELDED JOINTS AND ADMISSIBLE DEFECTS IN WELDS

V.O. Troitskiy

E.O. Paton Electric Welding Institute of the NAS of Ukraine. 11 Kazymyr Malevych Str., 03150 Kyiv, Ukraine.

E-mail: office@paton.kiev.ua

Ukrainian Society USNDT issued and is disseminating International Standard ISO 5817, concerning three levels D, C, B of welded joint quality, which has been applied by all the leading countries of the world since 2003 at mutual deliveries of welded metal structures. In Russia it is valid since 2009 p. Starting from 2019 all the metal structures made in Ukraine by arc welding methods should comply with STSU USNDT ISO 5817-2019 standard «Fusion-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys, quality levels (ISO 5817:2014, IDT) Kyiv, 2019. This standard is an identical translation of ISO 5817:2014 «Welding. Fusion – welded joints in steel, titanium and their alloys – Quality level for imperfections», adopted as DSTU ISO 5817:2016 by confirmation method. The paper explains the importance of this standard, and gives a short table with admissible dimensions of surface defects for levels D, C, B. STSU USNDT ISO 5817-2019 standard is presented completely in USNDT site: www.usndt.com.ua. 6 Ref., 1 Tabl.

Keywords: quality level, welded joints, mutual deliveries, standard, arc welding methods, brittle fractures, stresses, pores, undercuts, weld root, crack, edge, overlap

Надійшла до редакції 15.04.2021

ЖУРНАЛИ для професіоналів



Видається з 1948 р.
Виходить 12 разів на рік
ISSN 0005-111X
doi.org/10.37434/as
Передплатний індекс 70031



Видається з 2000 р.
Виходить 12 разів на рік
ISSN 0957-798X
doi.org/10.37434/tpwj
Передплатний індекс 21791



Видається з 1989 р.
Виходить 4 рази на рік
ISSN 0235-3474
doi.org/10.37434/tdnk
Передплатний індекс 74475



Видається з 1985 р.
Виходить 4 рази на рік
ISSN 2415-8445
doi.org/10.37434/sem
Передплатний індекс 70693

Журнали входять до Переліку наукових фахових видань України

(380-44) 200-8277
journal@paton.kiev.ua
www.patonpublishinghouse.com

ДИСЕРТАЦІЇ НА ЗДОБУТТЯ НАУКОВОГО СТУПЕНЯ



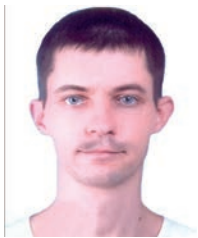
В.О. Березос (Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України) захистив 28 квітня 2021 р. докторську дисертацію на тему: «Теорія і практика виробництва зливків високоміцних конструкційних сплавів на основі титану методом електронно-променевої плавки».

Дисертаційна робота присвячена вирішенню важливої науково-технічної задачі, що полягає у розвитку теорії і практики одержання якісних зливків високоміцних конструкційних сплавів на основі титану методом електронно-променевої плавки з проміжною ємністю.

Методами математичного моделювання досліджено тепловий стан зливків сплавів титану при ЕПП з урахуванням гідродинамічних течій та до-

сліджено процесу випаровування хімічних елементів під час ЕПП високоміцних конструкційних сплавів титану. На основі проведених розрахунків в рамках математичних моделей, визначено технологічні режими та розроблено технологію ЕПП зливків високоміцних сплавів титану, що забезпечує високу якість одержуваного металу. Проведено роботи з одержання напівфабрикатів та показано високу якість титанових сплавів, одержаних за розробленою технологією ЕПП.

Практичне значення отриманих результатів дисертаційного дослідження полягає у тому, що розроблено нову перспективну технологію, застосування якої для виробництва вітчизняних напівфабрикатів високоміцних сплавів на основі титану дозволить відмовитись від імпорту вартісних іноземних напівфабрикатів, та забезпечить розширення їх застосування підприємствами України.



О.А. Бабич (Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України) захистив 29 квітня 2021 р. кандидатську дисертацію на тему: «Гібридне плазмодугове зварювання з коаксіальним розміщенням дуги плавкого електрода».

В роботі розв'язана актуальна науково-технічна задача створення технологічних прийомів і обладнання гібридного плазмодугового зварювання вуглецевих, легованих сталей, алюмінієвих сплавів для підвищення механічних характеристик одержуваних з'єднань та зменшення собівартості за рахунок зниження погонної енергії і збереження вмісту легуючих елементів в швах шляхом поєднання розрахункового підходу з експериментальними дослідженнями.

На основі аналізу сучасного стану гібридного плазмодугового зварювання плавким електродом показано, що наявність плазмової дуги приводить до рівномірного розподілу дуги з плавким електродом по всій поверхні краплі, яка формується при масопереносі, зменшення щільності струму на її поверхні і значному зниженню рівня перегріву поверхні краплі та, як наслідок, зменшенню вигорання легкоплавких легуючих елементів електродного дроту. Встановлено, що вплив дуги з плавким електродом на плазмодугу зворотної полярності у поєднанні з модифікацією газодинаміки плазмоутворюючого газу створює умови циклічного переміщення анодної плями по робочому торцю кільцевого неплавкого електрода, що підвищує ресурс його експлуатації.

Встановлено, що при гібридному плазмодуговому зварюванні сталей типу 09Г2С,

AISI304 і алюмінієвих сплавів АМг6, 1561, 5083, 7075 товщиною до 10 мм із швидкостями 15...60 м/год. погонна енергія (plasma+MIG) становить $(450...750)+(250...750)$ кДж/мм, що дозволяє мінімізувати вигорання легких легуючих елементів і забезпечити міцність з'єднань з алюмінієвих сплавів на рівні 85...95 % та їх відносне видовження до 80 % від показників основного металу у сполученні із залишковими деформаціями приблизно на 40 % меншими за такі для MIG зварювання і залишковими напруженнями на рівні таких для MIG зварювання. З метою покращення механічних властивостей та підвищення економічності одержання зварних з'єднань алюмінієвих сплавів створено технологічні прийоми гібридного плазмодугового зварювання, які дозволяють знизити погонну енергію на 40 % порівняно із MIG процесом та мінімізувати ефект вигорання таких легуючих елементів, як Mg ($\leq 5\%$), Mn ($\leq 15\%$) тощо.

Створено математичну модель, яка дозволяє спрогнозувати динаміку плавлення електродного дроту за наявності оточуючої плазмової дуги і визначити вплив дуги плавкого електрода на вольт-амперну характеристику плазмової дуги.

Розроблено, виготовлено і впроваджено в Гуандунському інституті зварювання (м. Гуанчжоу, КНР), а також в Зварювальній акціонерній компанії «HUAHENG» (м. Куньшань, провінція Цзянсу, КНР) комплекс обладнання для гібридного плазмодугового зварювання плавким електродом, з використанням якого виготовлено партію елементів судових конструкцій з алюмінієвих сплавів 1561 і 7075 товщиною 5...8 мм та сталей товщиною до 12 мм за один прохід без розробки крайок.



А.М. Дученко (Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України) захистив 11 травня 2021 р. кандидатську дисертацію на тему: «Флюси з низьким вмістом шкідливих домішок та обмеженою окислювальною здатністю для зварювання і наплавлення низьколегованих сталей».

Дисертація присвячена вивченню пірометалургійних процесів у промислових флюсоплавильних печах. Розроблені рекомендації стосовно зниження вмісту у шлаковому розплаві шкідливих домішок – сірки і фосфору. Створено термодинамічні моделі десульфурації та дефосфорації шлакового розплаву. Досліджено вплив технології плавки флюсів методом дуплекс-процесу на вміст в них водню і кінетику його десорбції при нагріві, вміст дифузійного водню в наплавленому металі при застосуванні плавлених флюсів і агломерованих флюсів, що містять в складі шихти плавлені напівпродукти.

Визначено вплив технології плавки методом дуплекс-процесу на термодинамічну активність іонів кисню в шлаковому розплаві. Досліджено рівень і кінетику термодинамічної активності іонів кисню в шлакових розплавах при введенні в них розкислювачів. Отримано залежності вмісту кисню в краплях і наплавленому металі, переходу основних легуючих елементів (С, Si, Mn) з електродного дроту в наплавлений метал при зварюванні під флюсами системи $MgO - Al_2O_3 - SiO_2 - CaF_2$



Г.Б. Беляєв (Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України) захистив 12 травня 2021 р. кандидатську дисертацію на тему: «Вплив домішок сірки на утворення тріщин у зварних з'єднаннях жароміцних нікелевих сплавів».

Дисертаційна робота присвячена дослідженню впливу домішок сірки на енергію когезії границь зерен сплавів як критерію утворення тріщин провалу пластичності у зварних з'єднаннях сплаву типу Inconel при накладанні багат шарових швів, а також впливу термопластичної деформації як передумови до аномально швидкого транспортування атомів сірки з тіла зерна сплаву на його границю.

від активностей іонів кисню і оксиду кремнію в шлаковому розплаві.

На основі розроблених рекомендацій ведення процесу плавлення зварювальних флюсів методом дуплекс-процесу розроблена і затверджена зміна № 4 до ТУ 05416923.049-99 «Флюси зварювальні плавлені», згідно якої у флюсах граничний вміст сірки знижено з 0,11 до 0,09 %, а фосфору – з 0,12 до 0,10 %.

Розроблено плавлений флюс АН-69 і проведено його дослідно-промислове випробування на ДП МОУ «Київський механічний завод» при відновлювальному наплавленні вертикального вала екскаватора Е652.

Запропоновано використання у складі шихти при виготовленні агломерованих флюсів плавлених напівпродуктів. Збільшення вмісту плавленого напівпродукту в складі агломерованого флюсу приводить до зниження схильності флюсу до сорбування вологи з оточуючої атмосфери і зниження вмісту дифузійного водню в наплавленому металі при зварюванні.

Розроблені флюси марок АНКС-28А і АНК-43 із вмістом плавленого напівпродукта 15 та 40 % відповідно забезпечують вміст дифузійного водню в наплавленому металі 3,5 і 2,6 $cm^3/100\text{ г}$. Агломерований флюс марки АНК-43, призначений для зварювання конструкцій із вуглецевих і низьколегованих сталей категорії міцності до Х80. Агломерований флюс марки АНКС-28А у поєднанні із дротом Св-10НМА рекомендовано до застосування при виготовленні мостових конструкцій із сталі 06ГБД при температурі експлуатації до $-40\text{ }^\circ\text{C}$.

Встановлено, що сегрегація сірки на висококутових границях зерен сплавів знижує енергію когезії з 3,1...3,3 Дж/м² до 0,916...0,970 Дж/м² в температурному інтервалі провалу пластичності $T = 650\text{--}1050\text{ }^\circ\text{C}$, при якому реалізується дислокаційний механізм аномально швидкого транспортування атомів S в процесі накладання послідовного шва дротом FM52.

Експериментально-розрахунковими методами встановлено, що підвищення швидкості дислокацій за рахунок запобігання збільшенню їх густини та рівномірного розподілу знижує чутливість до утворення тріщин провалу пластичності в нікелевих жароміцних сплавах типу Inconel.

VI Міжнародна науково-технічна конференція

«SMART-ТЕХНОЛОГІЇ В ЕНЕРГЕТИЦІ ТА ЕЛЕКТРОНІЦІ – 2021»

15 – 21 серпня 2021 р. Комплекс «Маяк» КПІ ім. Ігоря Сікорського, смт. Лазурне, Херсонська обл.

Секції

- Електроенергетика та електротехніка
- Електронні системи та мережі
- SmartGrid та MicroGrid
- Мікро- та наноелектроніка
- Біомедична та акустична електроніка

<http://smart-ee.kpi.ua>, E-mail: confstee@gmail.com

ПЕРЕДПЛАТА 2021

Журнали	Вартість передплати на друковані версії журналів*, грн.			
	місяць	квартал	пів року	рік
«Автоматичне зварювання», видається з 1948 р., 12 випусків на рік. ISSN 0005-111X. Передплатний індекс 70031.	240	720	1440	2880
«Сучасна електрометалургія», видається з 1985 р., 4 випуски на рік. ISSN 2415-8445. Передплатний індекс 70693.	–	240	480	960
«Технічна діагностика та неруйнівний контроль», видається з 1989 р., 4 випуски на рік. ISSN 0235-3474. Передплатний індекс 74475.	–	240	480	960
«The Paton Welding Journal»**, видається з 2000 р., 12 випусків на рік. ISSN 0957-798X. Передплатний індекс 21971.	520	1560	3120	6240

*Вартість з урахуванням доставки рекомендованою банделроллю.

**«The Paton Welding Journal» – переклад журналу «Автоматичне зварювання» на англійську мову.

Передплату на журнали можна оформити по каталогах передплатних агентій «УКРПОШТА», «Преса», «Прес Центр», «АС Медіа» та у видавництві. Передплата через видавництво з любого місяця на любой термін, в т.ч. на попередні періоди та окремі статті, починаючи з першого року видання.

Передплата на електронну версію журналів.

Вартість передплати на електронну версію журналів дорівнює вартості передплати на друковану версію. Випуски журналу надсилаються електронною поштою у форматі pdf або для IP-адреси комп'ютера передплатника надається доступ до відповідних архівів журналу.

Передплата через сайт видавництва:

<https://patonpublishinghouse.com/ukr/journals/as/subscription>

<https://patonpublishinghouse.com/ukr/journals/sem/subscription>

<https://patonpublishinghouse.com/ukr/journals/tdnk/subscription>

<https://patonpublishinghouse.com/eng/journals/tpwj/subscription>

На сайті видавництва у 2021 р. доступні для вільного копіювання випуски журналів з 2007 по 2019 рр.



Журнал «Автоматичне зварювання» є міжнародним науково-технічним та виробничим журналом у галузі технічних наук. В журналі публікуються результати досліджень за напрямками: матеріалознавство та металургія зварювання, наплавлення та інших споріднених технологій; технології та матеріали для зварювання конструкційних матеріалів; виробництво зварних металоконструкцій для різних галузей промисловості; відновлювальний ремонт для подовження ресурсу зварних конструкцій і вузлів; проблеми міцності, конструювання та оптимізації зварних конструкцій; технології 3D друку, які базуються на зварювальних процесах; гібридні технології зварювання. В журналі публікується також інформація про нові зварювальні матеріали, джерела живлення та технології; звіти про виставки, конференції та семінари, анонси нових книг та винаходів, новини від відомих компаній та інше.



Журнал «Сучасна електрометалургія» є міжнародним науково-теоретичним та виробничим журналом у галузі технічних наук. В журналі публікуються результати досліджень у сферах: металургія чорних і кольорових металів та сплавів; спеціальна електрометалургія (електрошлакова, електронно-променева, плазмова- та вакуумно-дугова технології); нові матеріали; енерго- і ресурсозбереження; матеріалознавство, 3D технології у спеціальній електрометалургії. Публікується також допоміжна інформація з тематики журналу.



Журнал «Технічна діагностика та неруйнівний контроль» є міжнародним науково-технічним та виробничим журналом у галузі технічних наук. В журналі публікуються результати досліджень з діагностики матеріалів і конструкцій та методи неруйнівного контролю для оцінки стану матеріалів і конструкцій; теорія, методи і засоби технічної діагностики. Розміщуються матеріали з моніторингу конструкцій та подовження ресурсу та працездатності засобами НК. Публікується супутня інформація з тематики журналу, а також інформація про події та новини в Українському товаристві НК та ТД.

РЕКЛАМА В ЖУРНАЛАХ

Реклама публікується на обкладинках і внутрішніх вклейках журналів.

Перша сторінка обкладинки – 200x200 мм.

Друга, третя і четверта сторінки обкладинки – 200x290 мм.

Перша, друга, третя, четверта сторінки внутрішньої обкладинки – 200x290 мм.

Вклейка А4 – 200x290 мм. Розворот А3 – 400x290 мм. А5 – 185x130 мм.

Розміри журналів після обрізу 200x290 мм.

Всі файли в форматі IBM PC, кольорова модель СМΥΚ, роздільна здатність 300 dpi.

ВАРТІСТЬ РЕКЛАМИ

Ціна договірна. Передбачена система знижок. Вартість публікації статті на правах реклами становить половину вартості рекламної площі. Публікується тільки профільна реклама з тематики журналів. Відносно вартості, знижок та термінів публікації прохання звертатися у видавництво.

ВИДАВНИЦТВО

Міжнародна Асоціація «Зварювання»
03150, Київ, вул. Казимира Малевича, 11
Тел./факс: 38044 200-82-77
E-mail: journal@paton.kiev.ua
<https://patonpublishinghouse.com>