

З А В Т О М А Т И Ч Н Е З В А Р Ю В А Н Н Я

8
2022

Автоматическая сварка

Видається 12 разів на рік з 1948 р.

Automatic Welding

Published 12 times per year since 1948

ЗМІСТ

ВИСОКОЧАСТОТНЕ ЗВАРЮВАННЯ

Кривцун І., Демченко В., Крикент І., Reisgen U., Мокров О., Sharma R. Характеристики дуги з тугоплавким катодом при високочастотній імпульсній модуляції струму 3

МЕТАЛУРГІЯ І ТЕХНОЛОГІЯ ДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ І НАПЛАВЛЕННЯ

Лобанов Л.М., Коржик В.М., Пащин М.О., Миходуй О.Л., Гринюк А.А., Ілляшенко Є.В., Гончаров П.В., Устименко П.Р. Бездеформаційне зварювання TiG сплаву AMr6 із застосуванням електродинамічної обробки металу шва 14

Скульський В.Ю., Німко М.О., Гаврик А.Р., Осипенко І.Г., Вавілов О.В., Кантор О.Г., Рубашка Л.П. Особливості зварювання комбінованих з'єднань сталей 15X2M2ФБС (ПЗ) та X10CrMoVNb91 (P91) 20

МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

Ворончук О.П., Жудра О.П., Кайда Т.В., Петров О.В., Капітанчук Л.М., Богайчук І.Л. Вплив складу компонентів шихти порошкових стрічок системи легування C–Fe–Cr–Nb на хімічний склад і структуру наплавленого металу 29

ЗАХИСНІ ПОКРИТТЯ

Борисов Ю.С., Борисова А.Л., Грищенко О.П., Цимбаліста Т.В., Васильківська М.А. Дослідження жаростійкості плазмових покриттів з інтерметаліду TiAl із застосуванням параметричної діаграми окислення 35

ЗВАРЮВАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ

Маринський Г.С., Ткаченко В.А., Чвертко Н.А., Ткаченко С.В., Грабовський С.Д. Високочастотні генератори коротких потужних імпульсів серії ABI-3500 42

ПРОЦЕСИ ПАЙКИ

Сабадаш О.М., Максимова С.В. Реактивно-флюсове паяння алюмінію з титаном 48

ІНФОРМАЦІЯ

Як заощадити на контактних наконечниках і газових соплах – чотири ефективні способи 55

Проектування, ремонт та інжиніринг вертикальних циліндричних сталевих резервуарів 57

Наукова співпраця зварювальних інститутів України та Німеччини 59

До 90-річчя від дня народження Борисова Юрія Сергійовича 60

Календар серпня 61

CONTENT

HIGH-FREQUENCY WELDING

Krivtsun I., Demchenko V., Krikent I., Reisgen U., Mokrov O., Sharma R. Characteristics of high-frequency pulsed current ARC with refractory cathode 3

METALLURGY AND TECHNOLOGY OF WELDING AND SURFACING

Lobanov L.M., Korzhyk V.M., Pashchin M.O., Mikhodui O.L., Grynyuk A.A., Ilyashenko E.V., Goncharov P.V., Ustymenko P.R. Deformation-free tig welding of AMr6 alloy with application of electrodynamic treatment of weld metal 14

Skulskyi V.Yu., Nimko M.O., Gavryk A.R., Osypenko I.G., Vavilov O.V., Kantor O.G., Rubashka L.P. Peculiarities of welding joints of 15Kh2M2FBS (P3) and X10CrMoVNb91 (P91) steels 20

MATERIALS SCIENCE

Voronchuk O.P., Zhudra O.P., Kaida T.V., Petrov O.V., Kapitanchuk L.M., Bogaichuk I.L. Influence of the composition of charge components of flux-cored strips of C–Fe–Cr–Nb alloying system on chemical composition and structure of the deposited metal 29

PROTECTIVE COATINGS

Borysov Yu.S., Borysova A.L., Gryshchenko O.P., Tsymbalista T.V., Vasylykivska M.A. Investigation of heat resistance of plasma coatings from TiAl intermetallic with application of parametric oxidation diagram 35

WELDING EQUIPMENT

Marynskyi G.S., Tkachenko V.A., Chvertko N.A., Tkachenko S.V., Grabrovskyi S.D. High-frequency generators of short powerful pulses of ABI-3500 series 42

BRAZING PROCESSES

Sabadash O.M., Maksymova S.V. Reactive-flux brazing of aluminium to titanium 48

INFORMATION

How to save on contact tips and gas nozzles – four effective ways 55

Design, repair and engineering of vertical cylindrical steel tanks 57

Scientific cooperation of welding institutes of Ukraine and Germany 59

To the 90th anniversary of the birth of Yu.S. Borisov 60

August calendar 61



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



Автоматичне зварювання Автоматическая сварка Automatic Welding

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Вчені ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ:
І.В. Кривцун (головний редактор),
В.М. Ліподасв (штатний заст. гол. ред.)
О.М. Берднікова, 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./факс: (38044) 205-23-90
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 KB 4788 від 09.01.2001

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

Передплата 2023

Передплатний індекс 70031.
12 випусків на рік (видається щомісячно).
Друкована версія: 3360 грн. за річний комплект
з урахуванням доставки рекомендованою банделлою.
Електронна версія: 3360 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 залюбий рік.
Статті з журналу «Автоматичне зварювання» вибірково
перевідаються англійською мовою в журналі
«The Paton Welding Journal»:
www.patonpublishinghouse.com/eng/journals/tpwj

За зміст рекламних матеріалів
видавець 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, V.V. Knysh,
V.M. Korzhyk, 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./fax: (38044) 205-23-90
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 2023

Subscription index 70031.
12 issues per year (issued monthly), back issues available.
\$384, subscriptions for the printed (hard copy) version,
air postage and packaging included.
\$312, 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.
Articles from «Автоматичне Зварювання» (Automatic Welding)
journal is republished selectively in English in
«The Paton Welding Journal»:
www.patonpublishinghouse.com/eng/journals/tpwj
Publisher is not responsible
for the content of the promotional material.

Як заощадити на контактних наконечниках і газових соплах – чотири ефективні способи

Зварювальні системи та роботи можуть створити оптимальні базові умови для зварювання MIG/MAG, але справжні дії відбуваються на передній частині та в центрі корпусу пальника. Температури до 15500 °C, бризки рідкого металу та безперервний абразивний знос зварювальним дротом: вплив цих теплових та механічних сил на зношені деталі, наприклад контактні наконечники та газові сопла, є величезним. Отже, що можна зробити, щоб якомога довше відтермінувати неминуче зношування цих запчастин?

Чим рідше потрібно замінювати зношені запчастини (наприклад, контактні наконечники, газові сопла та направляючі канали для пальників), тим краще – це добре впливає на довкілля, а клієнти отримують менші витрати на виробництво. Фактично, ці запчастини служать значно довше, коли вони точно та відповідно підібрані за розміром до зварювальних систем і зварювального матеріалу. Ось чому зношені елементи мають відрізнитися від тих, що використовуються для зварювання алюмінію та CuSi, для сталі та сплавів CrNi.

Перш ніж перейти до чотирьох способів, необхідно відповісти на одне запитання: чому з часом ці запчастини втрачають свої якості? Зварювання MIG/MAG неможливе без контактного наконечника: контактний наконечник, який також називають контактором або контактною трубкою, є місцем, в якому струм передається до зварювального дроту за допомогою «контакту ковзання»: це означає, що дріт і внутрішня поверхня наконечника знаходяться в постійному контакті, де відбувається зно-

шування. Таким чином, «зношування» є основною причиною того, чому контактні наконечники з часом стають непридатними для використання. Постійне тертя дроту змінює внутрішню поверхню та розмір контактного наконечника, саме тоді коли зварювальний дріт і контактний наконечник знаходяться в постійному контакті один з одним. Потік струму стає нестабільним, як і дуга, і наконечник потрібно замінити.

Іншою основною частиною, що швидко зношується, є газове сопло, яке знаходиться на корпусі пальника для зварювання MIG/MAG. Воно відповідає за утворення захисту навколо зварювальної дуги та зварювальної ванни. Температура має вирішальне значення на термін служби газових сопел: якщо газове сопло занадто гаряче, то більше бризок прилипає до нього – вони можуть сплавитися з газовим соплом, і в результаті їх буде неможливо видалити. Коли використовується охолоджене сопло, бризки не прилипають до нього та не сплавляються з ним.

Важливо, щоб для сталі та алюмінію використовувалися різні типи сопел: газове сопло для алюмінію зазвичай має покриття, що полегшує видалення м'яких бризок алюмінію.

Отже, що можна зробити, щоб мінімізувати знос газових сопел і контактних наконечників?

Спосіб 1: оптимальна відповідність контактного наконечника та зварювального дроту. Правильне співвідношення між зварювальним дротом і контактним наконечником – зокрема, між діаметром дроту та діаметром отвору контактного наконечника. Зігнутий та скручений дріт – іншими словами, ступінь зігнутості дроту в контактному наконечнику – також може впливати на його термін служби. Якщо зкручування дроту буде великим, контактний наконечник надто швидко зноситься, процес зварювання буде нестабільним або перерваним. Чи є рішення цьому? Так, на ринку зараз з'явилися інноваційні контактні наконечники, наприклад, система розділених наконечників Contec, які зношуються дуже рівномірно і, таким чином, забезпечують дуже стабільні процеси зварювання. Ми рекомендуємо Contec для алюмінію та матеріалів, які справді потребують оптимальної передачі струму.

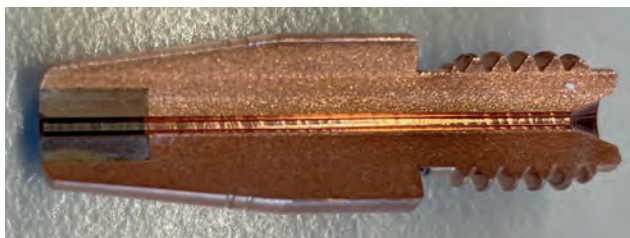


Газове сопло з бризками



Контактний наконечник Contec

Спосіб 2: використовуйте контактні наконечники з високоякісного матеріалу. Тривалість служби контактного наконечника залежить, серед іншого, від матеріалу, з якого він виготовлений. Зараз використовуються три різні типи контактних наконечників: **Електролітична мідь** – E-Cu: низька продуктивність. Високий рівень чистоти міді дійсно забезпечує чудовий потік струму, але контактні наконечники з електролітичної міді дуже м'які, не надто термостійкі, а отже, не дуже довговічні – тому їх не рекомендують використовувати для роботизованого зварювання. **Мідь-хром-цирконій** – CuCrZr: промисловий стандарт. Зараз найчастіше використовуються контактні наконечники CuCrZr. Завдяки легуючим елементам хрому та цирконію наконечники стають твердими та термостійкими. **Вольфрамова мідь** – якість WQ: найкраща продуктивність з точки зору тривалого терміну використання. Контактні наконечники WQ недешеві з точки зору закупівлі, однак у довгостроковій перспективі це економить кошти, оскільки вони мають у п'ять-п'ятнадцять разів довший термін служби, ніж контактні наконечники з CuCrZr. Тобто який результат? На виробництві не потрібно так часто зупиняти зварювальний процес. Це робить їх дуже рентабельними у використанні, особливо для твердих сталевих дротів.



Найефективніший з точки зору тривалого терміну служби: контактний наконечник WQ

Спосіб 3: зменшити вплив тепла на контактні наконечники та газові сопла. Розташоване в передній частині корпусу пальника газове сопло та контактний наконечник піддаються екстремальним тепловим навантаженням. Є два варіанти зменшення цього:

– дотримуйтеся відстані: чим більший виліт – тобто, відстань між деталлю та корпусом пальника – тим менше теплове випромінювання впливає на контактний наконечник і газове сопло. Як правило, температура в передній частині корпусу пальника падає на 50 градусів на кожен міліметр від деталі. Тобто, якщо виліт збільшити лише на чотири міліметри, температура, якій піддається газове сопло, впаде на 200 градусів;

– виберіть правильну форму сопла: не можна недооцінювати вплив форми сопла на температуру в газовому соплі та контактному наконечнику. Якщо зварювання виконується з коротким вильотом, рекомендуються конусні контактні наконечники та газові сопла. Вони мають вихідні отвори та поверхні відносно невеликого діаметра, що забезпечує менше теплового випромінювання в сопло та наконечник.

Спосіб 4: очистити корпус пальника – продовжити термін служби. Систематичне видалення бризок значно подовжує термін служби контактних наконечників і газових сопел. Спосіб очищення робочої частини пальника в основному залежить від того що зварюється – сталь чи алюміній.

Усі контактні наконечники та газові сопла Fronius розроблені в Австрії та, як і всі зношувальні деталі Fronius, адаптовані до відповідної сфери застосування. У результаті Fronius має понад 300 газових сопел для зварювання сталі та інших металів та їх сплавів у своєму портфоліо.



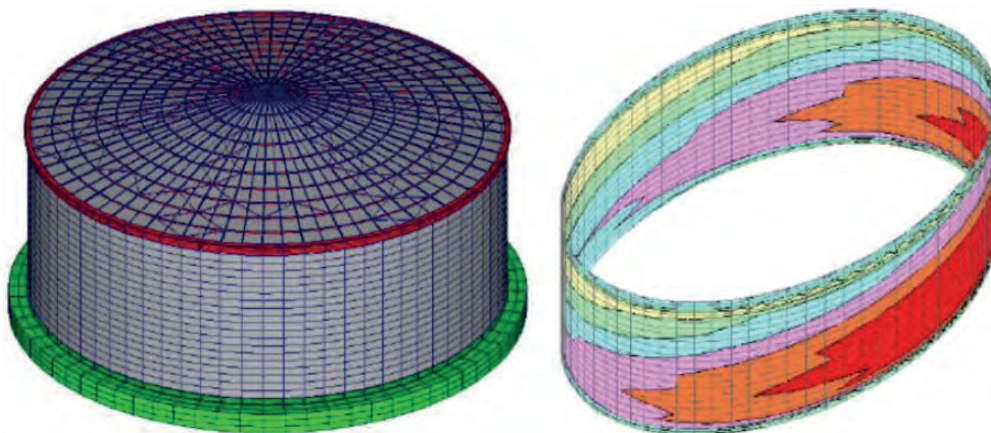
Наконечники Fronius

Проектування, ремонт та інжиніринг вертикальних циліндричних сталевих резервуарів

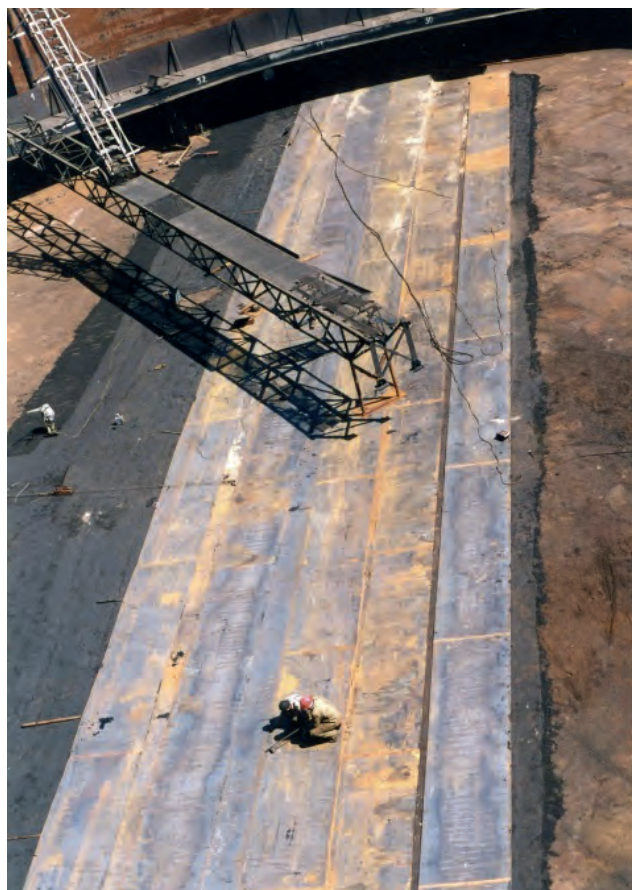
Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України вже понад 74 років працює в галузі розробки технології заводського виготовлення, монтажу і вдосконалення конструкції вертикальних циліндричних сталевих резервуарів та надає наступні послуги:

- проведення інспекції резервуарів для зберігання всіх видів рідин (нафта, нафтопродукти, рідкий аміак, олія, цукровий сироп, жом та інш.) об'ємом до 120000 м³;
- розробка проектної документації для ремонту резервуарів згідно вимог ВБН В.2.2-58.2-94, API 653;

Розробка проектної документації



Проектування двох циліндричних резервуарів з конічним дахом у сейсмічній зоні UBC-97:4, клас місця D , $V = 10000$ м³, $D = 36,6$ м, $H = 12,0$ м відповідно до вимог API-650



РВСПП-50000 ($D = 60,7$ м, $H = 18,0$ м), заміна днища та центральної частини плаваючого покриття



РВС-10000 ($D = 34,2$ м, $H = 12,0$ м) для зберігання нафти після ремонту



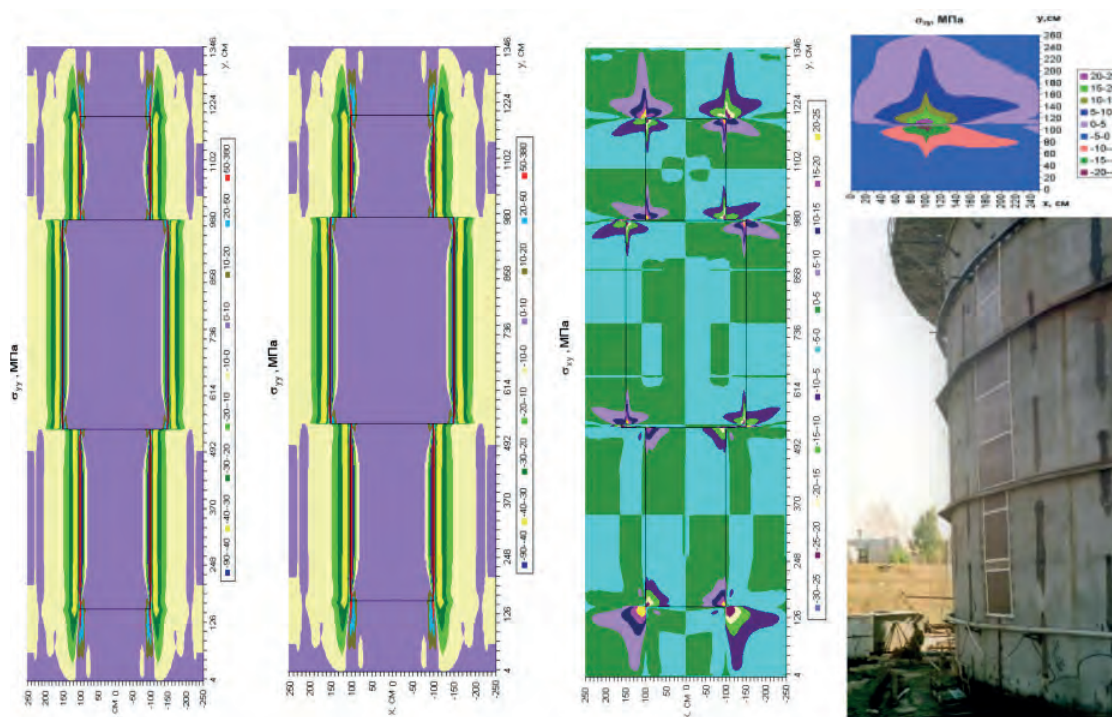
Ремонт клепаного резервуара РВС-5000, який було споруджено у 1895 р.



РВСПП-50 000 ($D = 60,7$ м, $H = 22,0$ м) із захисною стінкою: монтаж дводечного плаваючого покриття

Розрахунок залишкових полів напружень після зварювання окремих листів в умовах жорсткого контуру

Під час вварювання окремих листів циліндрична оболонка стінки втратила стійкість. На основі розрахунку для запобігання втрати стійкості розроблена нова ремонтна технологія зварювання при заміні протяжних ділянок стінки резервуарів.



Резервуар з плаваючим дахом $V = 50000$ м³, $D = 60,7$ м, $H = 18,0$ м для сирої нафти: розрахунок залишкових зварювальних напружень в умовах жорсткого контуру для стінки при заміні ділянки на всю висоту резервуара при його ремонті

- розробка проектної документації для будівництва нових резервуарів згідно вимог ДСТУ Б В.2.6-183:2011, API 650, EN 14015;
- визначення причин відмов та аварій резервуарів;
- нагляд за зварювальними роботами на монтажній площадці та при заводському виготовленні металоконструкцій резервуарів;
- нагляд за монтажними роботами при ремонті та спорудженні резервуарів.

Починаючи з 1994 р. проведено перевірку понад 273 резервуарів об'ємом від

1000 до 50000 м³; за результатами розробленої документації та авторського нагляду було успішно відремонтовано 66 резервуарів об'ємом від 5000 до 50000 м³. За останні шість років фахівці ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ запроектували шість резервуарів об'ємом 50000 м³ із захисною стінкою, подвійним днищем та дводечним плаваючим покриттям. Інститут має успішний досвід проектування резервуарів в регіонах з сейсмічною активністю до 0,4 g.

Tank Design, Inspection & Repair
E-mail: tanksweld@gmail.com
Phone: +38(067) 502-75 54

НАУКОВА СПІВПРАЦЯ ЗВАРЮВАЛЬНИХ ІНСТИТУТІВ УКРАЇНИ ТА НІМЕЧЧИНИ

За грантом Німецького науково-дослідного товариства (DFG, *Deutsche Forschungsgemeinschaft*) Інститутом електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України (ІЕЗ) в кооперації з Інститутом технології зварювання та з'єднання (ISF, *Institut für Schweißtechnik und Fügetechnik*) Аахенського університету впродовж 2019–2021 років виконувався проект «Дослідження впливу нестационарних процесів в плазмі дуги на глибину проплавлення при високочастотному ТІГ зварюванні». За цим проектом співробітниками ІЕЗ виконані наступні роботи.

Проведено теоретичні дослідження впливу високочастотної імпульсної (ВЧІ) модуляції струму на процеси переносу енергії, імпульсу, маси та заряду в плазмі зварювальної дуги з неплавким електродом та в металі, що зварюється. Встановлено, що при модуляції зварювального струму на частотах 10 кГц і вище теплові та газодинамічні процеси в плазмі дуги є суттєво нестационарними, тоді як процеси у зварюваному металі контролюються не поточними значеннями сили струму, а його характеристиками, усередненими за період модуляції. Показано, що при частоті модуляції вищої за 5 кГц істотний вплив на електромагнітне поле в металі, що зварюється, здійснюють вихро-

ві струми. За критерієм максимуму силової дії на метал зварювальної ванни визначено оптимальні форми імпульсів струму дуги – такі, що сприяють збільшенню глибини проплавлення металу.

Розроблено математичну модель нестационарних процесів переносу енергії, імпульсу, маси і заряду в плазмі стовпа та анодного шару дуги, у тому числі з урахуванням процесів випаровування металу з поверхні зварювальної ванни при ТІГ зварюванні з ВЧІ модуляцією струму. Запропонована модель теплових, гідродинамічних та електромагнітних процесів у зварюваному металі з урахуванням дії основних силових факторів, що визначають гідродинаміку зварювальної ванни. Для комп'ютерної реалізації розроблених моделей створено обчислювальні алгоритми та оригінальне програмне забезпечення, призначене для дослідження впливу ВЧІ модуляції зварювального струму на проплавляючу здатність аргонової дуги з неплавким електродом.

Проведено масовий обчислювальний експеримент стосовно нестационарних процесів в плазмі зварювальної дуги та визначення впливу на них параметрів режимів і умов ТІГ зварювання з ВЧІ модуляцією струму, у тому числі форми, амплітуди та частоти імпульсів зварювального струму, довжини дуги тощо. Отримано розрахункові дані про теплову, електричну та силову взаємодію нестационарного дугового розряду з металом, що зварюється, виходячи з яких здійснено моделювання динаміки формування зварювальної ванни при точковому ТІГ зварюванні з ВЧІ модуляцією струму. Порівняльний аналіз результатів моделювання процесів в системі «дуговий розряд – зварюваний метал» при ТІГ зварюванні аргоновою дугою з ВЧІ модуляцією струму та еквівалентною дугою постійного струму свідчить про ефективність ВЧІ модуляції зварювального струму як засобу активації проплавляючої здатності дуги з неплавким електродом.

Розроблено та виготовлено лабораторний зразок обладнання для генерації імпульсів зварювального струму, форма яких близька до трапецеїдальної. Пристрій дозволяє генерувати модульований струм з амплітудою до 300 А і здатен зберігати задану форму імпульсів в діапазоні частот 5...15 кГц. Обладнання направлено до ISF для проведення експериментальних досліджень.

Виконавці робіт від ІЕЗ: І.В. Кривцун, В.Ф. Демченко, І.В. Крикент, О.П. Семенов, Д.В. Коваленко, О.Г. Павлов.



Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона, м. Київ



Інститут технології зварювання та з'єднання, м. Аахен

ДО 90-РІЧЧЯ ВІД ДНЯ НАРОДЖЕННЯ БОРИСОВА ЮРІЯ СЕРГІЙОВИЧА (08.08.1932-01.03.2022)



Ю.С. Борисов — д.т.н., професор, заслужений діяч науки та техніки України, відомий вчений у галузі матеріалознавства та технології газотермічних покриттів. Він народився у м. Нижній Тагіл 8 серпня 1932 р. Після закінчення у 1955 р. металургійного факультету Уральського політехнічного інституту

він розпочав свою трудову діяльність в Уральському науково-дослідному інституті чорних металів, де пройшов шлях від молодшого наукового співробітника до керівника лабораторії розробки процесів захисних покриттів. У перші роки своєї наукової діяльності він займався розробкою теорії та практики застосування на металургійних заводах Уралу комбінованого дуття у виробництві чавуну шляхом вдування природного газу та рідкого палива в горн доменних печей. У 1963 р. Ю.С. Борисов успішно захистив кандидатську дисертацію на тему «Деякі питання застосування вуглеводнів у доменній плавці». З 1971 р. Ю.С. Борисов керує лабораторією розробки процесів нанесення захисних покриттів УралНДІЧермета, де розвиваються напрямки з розробки матеріалів та технологій плазмового напилення покриттів, процесів гарячого цинкування та алюмінування прокату та деталей з корозійностійкими покриттями.

З 1975 р. його трудова діяльність пов'язана з Академією наук України. Протягом 10 років він працював в Інституті проблем матеріалознавства спочатку на посаді старшого наукового співробітника, потім керівника групи та завідувача відділу. З 1985 по 2022 рр. він був завідувачем відділу захисних покриттів Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона.

В результаті комплексу теоретичних та експериментальних досліджень, виконаних ним особисто та спільно зі своїми співробітниками, були розвинені такі нові напрямки у газотермічному напиленні, як нанесення покриттів із композиційних порошків, покриттів з аморфною та квазікристалічною структурою. Результати розробки теоретичних та технологічних основ отримання плазмових покриттів із композиційних порошків стали основою докторської дисертації Ю.С. Борисова, яку він успішно захистив у 1983 р.

Під його керівництвом були створені такі оригінальні технології нанесення покриттів, як мікроплазмове напилення та гібридний лазерно-плазмовий метод, а також детонаційне, плазмове, магнетронне, надзвукове плазмове напилення та технологія нанесення карбідних покриттів із розплавів солей. За його

участю розроблено обладнання мікроплазмового напилення, яке використовується в США, Канаді, Франції, Німеччині, Іспанії, Казахстані, Кореї, Тайвані та Індії, а також інтегрований лазерно-дуговий плазмотрон, що відкрив великі можливості щодо нанесення широкої гами композиційних покриттів.

Протягом останніх років Ю.С. Борисов керував роботами зі створення нових біоактивних покриттів для ендопротезів та стентів, що наносяться методами мікроплазмового та магнетронного розпилення, які знайшли застосування при організації вперше в Україні промислового виробництва ендопротезів кульшового суглоба.

Освоєнню нових видів плазмових покриттів сприяє використання оригінальної системи комп'ютерного моделювання процесу напилення CASPSP, розробленої в ІЕЗ ім. Є.О. Патона під його керівництвом.

Багато часу та сил Ю.С. Борисов віддавав науково-педагогічній роботі з підготовки фахівців та виховання наукових кадрів, за що йому заслужено присвоєно вчене звання професора. За активної участі Ю.С. Борисова написано два навчальні посібники та базовий підручник у галузі інженерії поверхні та нанесення покриттів. Під його керівництвом підготовлено та успішно захищено 3 докторських та 20 кандидатських дисертацій.

Ю.С. Борисов вів велику науково-організаційну роботу, пов'язану з розвитком та розповсюдженням технологій нанесення захисних покриттів. Він був членом Вченої ради ІЕЗ ім. Є.О. Патона та Ради із захисту кандидатських дисертацій при КПІ, членом редколегії журналу «Автоматичне зварювання», членом Американського Товариства Матеріалів (ASM) та Міжнародного комітету з термічного напилення.

Роботи Ю.С. Борисова здобули широке міжнародне визнання. Він підтримував активні контакти з вченими США, Канади, Німеччини, Фінляндії, Нідерландів, Франції, Іспанії, Кореї, Польщі та ін. Під його керівництвом виконано низку міжнародних проектів з європейських програм ІНТАС, КІСТ, КРАФТ та ін.

Результати наукової діяльності Ю.С. Борисова відображені у більш ніж 500 статтях та 70 авторських свідоцтвах та патентах, 6 книгах та 12 брошурах.

За свою діяльність Ю.С. Борисов був нагороджений медаллю «За трудову відзнаку», медаллю «Ветеран праці», 2 срібними та 3 бронзовими медалями ВДНГ СРСР, Премією Товариства Високих температур Японії, Почесною медаллю Американського біографічного товариства «2000 Мілениум».

Редколегія та редакція
журналу «Автоматичне зварювання»

Календар серпня*

1 серпня 1927

Народився В.Ф. Грабін – науковець у галузі металознавства та зварювання, представник Патонівської школи. Зробив суттєвий внесок у розробку основ зварювального матеріалознавства металів та сплавів, що дозволило уточнити ряд положень щодо впливу фазового складу на структуру та властивості зварних з'єднань металів різних класів, схильність до утворення тріщин при зварюванні.



2 серпня 1930

Народився С.І. Кучук-Яценко – відомий учений у галузі зварювання металів тиском, академік, представник Патонівської школи. Фундаментальні дослідження вченого лягли в основу розробки нових способів контактного зварювання безперервним, імпульсним та пульсуючим оплавленням, запатентованих у провідних країнах світу. На їх основі С.І. Кучуком-Яценко з колективом фахівців ІЕЗ ім. Є.О. Патона розроблено технологію зварювання різних виробів, створено системи управління та нові зразки зварювального обладнання, що не мають аналогів у світовій практиці.



3 серпня 1934

Було запущено двигун танкера «Poughkeepsie Socony» американського торгового флоту. Це було одним із найважливіших досягнень корабельного будівництва в США. Танкер одним з перших перевищив вартість суднобудівної програми на 5000000 доларів США і став найбільшим цілінозварним торговим судном свого часу з побудованих у США і, ймовірно, у світі.



4 серпня 2009

Британський ентузіаст та інженер Алан Рой Хендлі (Alan Roy Handley) заявляє про рішення повернутися до ідеї створення металевого дирижабля. Свій проект він назвав Varialift. Алан вирішив створити гібридну систему, здатну поєднати в собі переваги літака, гвинтокрила та дирижабля. Родзинка проекту – авторське вирішення проблеми баластування та підйому повітряного судна. Цю ідею Хендлі запатентував у Європейському патентному бюро. Перший апарат серії Varialift A. Хендлі позиціонує як дирижабль для транспортування вантажів вагою 50-55 т. У 2011 р. його успішно протестували. Оболонка апарату зварювалася з алюмінієвих листів, газ – гелій, довжина апарату – 150 м.



5 серпня 1973

З пускового майданчика космодрому Байконур-5 було запущено космічний апарат «Марс-6» ракетою-носієм «Протон-К». У березні 1974 р. з нього був відокремлений апарат, що спускається. При виготовленні космічних апаратів серед інших технологій застосовували різні способи виконання нероз'ємних сполук.



6 серпня 1961

Ракетою-носієм Р-7 було запущено корабель, який отримав назву «Схід-2», з льотчиком-космонавтом Г.С. Тітовим (1935-2000) на борту. Ракети носії Р-7 відкрили людству космічну епоху. За допомогою їх, серед іншого, були здійснені: виведення на орбіту Землі першого штучного супутника, виведення на орбіту Землі першого супутника з живою істотою на борту, виведення на орбіту першого корабля, що пілотується людиною. Основними методами зварювання конструкції ракети з алюмінієвих сплавів були ручне та механізоване зварювання в середовищі інертного газу (аргону), а також контактне точкове зварювання.



7 серпня 1842

Народився М.М. Бенардос (1842-1905) – інженер, винахідник електричного дугового зварювання, творець понад 100 винаходів. Однак світову славу він одержав за винахід електричного дугового зварювання та різання металів. Спосіб Бенардоса став відомим у всьому світі – так з'явилася можливість легко зварювати окремі фрагменти металу. Але знадобилося півстоліття для того, щоб зварювання зайняло превалюючу позицію серед технологій з'єднань. Особливо багато уваги М.М. Бенардос приділяв дуговому зварюванню вугільним електродом, що отримало назву «Спосіб Бенардоса».



* Матеріал підготовлено компанією ТОВ «СТІЛ ВОРК» (м. Кривий Пір) за участю редакції журналу.



8 серпня 1932

Народився Ю.С. Борисов – представник Патонівської школи, відомий вчений у галузі матеріалознавства покриттів, зокрема, розвитку газотермічного напilenня покриттів, що містять аморфні та квазі-кристалічні фази. Ю.С. Борисов – заслужений діяч науки і техніки України, автор понад 400 статей, монографій, авторських свідоцтв та патентів.



9 серпня 1951

До серпня 1951 р. групою вчених та спеціалістів Інституту електрозварювання (Н.Г. Остапенко, В.К. Лебедєв, С.І. Кучук-Яценко, В.О. Сахарнов, Б.А. Галян) вперше розробили спосіб стикового контактного зварювання оплавленням та відповідні машини для контактного зварювання рейок, трубопроводів та інших виробів.



10 серпня 1945

Помер Роберт Хатчінгс Годдард (1882-1945) – американський учений, один з піонерів сучасної ракетної техніки, творець першого рідинного ракетного двигуна. У 1914 р. зареєстровано два значних патенти в ракетотехніці. Перший, U.S. Patent 1102653, описував багатоступінчасту ракету. Другий, U.S. Patent 1103503, описував ракету, що працює на бензині і рідкому оксиді азоту. Годдард запустив свою першу ракету на рідкому паливі 16 березня 1926 р. Ракета під назвою «Нелл» розміром з людську руку протягом 2,5 с злетіла на висоту близько 12 м. Ця подія стала важливою демонстрацією можливостей рідинних ракетних двигунів. Окрім ракетних двигунів, Годдард займався й іншими завданнями. Він запропонував ідею реактивного гранатомета, і перші американські моделі гранатометів «База» створили саме з урахуванням робіт Годдарда.



11 серпня 1885

Опубліковано повідомлення про створення динамо-машини. Еліу Томсон (1853-1937) сконструював динамо-машину із самозбудженням (потужність 18,3 кВт, 1800 об/хв, маса 22,5 кг), яка забезпечувала зварювальний трансформатор змінним струмом. Ще 1878 р. Е. Томсон продемонстрував динамо-машину оригінальної конструкції, а 1879 р. – її вдосконалену трифазну модель. Саме вона стала базою для нової системи дугового освітлення.



12 серпня 1944

У рамках операції Pluto (Pipe-Lines Under the Ocean – трубопроводи під океаном) було прокладено першу підводну нафтопроводну лінію між Францією та Англією. Трубопровід був гнучкою сталевую трубою, звареною з 20-футових секцій загальною довжиною в 4000 футів (1220 м). Ця операція розглядається як один з найбільших подвигів в історії військової техніки. Усього до кінця війни дном протоки між Англією та Францією було перекачано майже 800 тис. кубометрів палива.



13 серпня 1927

Закладено головний сторожовий корабель типу «Ураган» – перший в СРСР бойовий надводний корабель. Проектуванням керував молодий інженер-кораблебудівник В.О. Нікітін. Нікітін одним з перших у галузі ризикнув застосувати зварювання корпусних конструкцій, до якого багато суднобудівників і військових моряків у ті роки ставилися з недовірою, віддаючи перевагу перевіреному часом заклепаванню.



14 серпня 2022

В цей день цього року відзначається «День Будівельника». День будівельника у багатьох державах відзначається у другу неділю серпня. У деяких державах це професійне свято було додатково підтверджено відповідними указами та постановами. Так, наприклад, в Україні свято «День Будівельника» було встановлено підписаним 22 липня 1993 р. Указом Президента України № 273/93 і також святкується щорічно у другу неділю серпня. Зварювання відіграє важливу роль в сучасному будівництві.



15 серпня 1947

День незалежності Індії відзначається з 1947 р. Однією з визначних пам'яток Індії є залізна колона в Делі, віком понад 1500 років. Дослідниками встановлено, що її виготовлено з окремих сталевих блоків вагою по 20–30 кг, з'єднаних за допомогою ковальського зварювання. Висока корозійна стійкість визначається підвищеним вмістом фосфору в ній і сухим кліматом.



16 серпня 1930

Народився В.С. Гвоздецький, представник Патонівської школи – фізик, вчений у галузі теорії катодних процесів у зварювальній дузі, що ґрунтуються на явищах іонно-електронної емісії катода. Ці дослідження стали основою створення нових способів мікроплазмового зварювання металів та сплавів товщиною 0,1...1,0 мм. Автор понад 200 наукових праць, 53 авторських свідоцтв СРСР та 22 патентів у різних країнах.

17 серпня 1886

Народився Стефан Брила – польський інженер-будівельник, архітектор, піонер зварювання, доктор технічних наук. Брила є одним з першопрохідників використання зварювання у будівництві. Він є автором таких проектів, як перший у світі зварний міст у Маужиці, варшавський хмарочос «Prudential». За свій внесок у розвиток зварювальних технологій, у тому числі за міст у Маужиці, йому посмертно у 1995 р. Американське зварювальне співтовариство присудило нагороду «Historic Welded Structure Award».

**18 серпня 1942**

Було виготовлено перші танки «Тигр» – німецькі важкі танки часів Другої світової війни. Дах вежі танка з'єднувався з бортами зварюванням. Броневі листи стикувалися методом «ластівчин хвіст» і з'єднувалися за допомогою зварювання. Велика увага приділялася якості зварних швів як забезпечення жорсткості конструкції, та забезпечення снарядостійкості. За роки війни випущено 1347 танків «Тигр».

**19 серпня 1941**

Гансу Гольдшмідту видано патент на процес термітного зварювання. У процесі термітного зварювання для нагрівання металу використовується терміт, що складається з порошкоподібної суміші металевого алюмінію або магнію та залізної окалини. Цей метод став основою технології алюмініотермітного зварювання рейок, яка є однією з основних видів їх зварювання.

**20 серпня 1927**

Спущений на воду крейсер «Карлсруе» – німецький легкий крейсер, який брав участь у Другій світовій війні. Розробка проекту нових крейсерів з урахуванням обмежень за Версальським договором почалася у 1924 р. У рамках проекту (тип «К») було побудовано три крейсери: «Кенігсберг», «Карлсруе» та «Кельн». Корабельний корпус був побудований з поздовжніх сталевих каркасів, де було використано зварювання; до 85 відсотків корпусу було зварним, а не звичним клепаєм. Корпус був розділений на дев'ятнадцять водонепроникних відсіків, мав подвійне дно, що становить 72% довжини корпусу судна, і з'єднувався за допомогою зварювання. 9 квітня 1940 р. крейсер був потоплений британським підводним човном «Труант».

**21 серпня 1960**

Помер Девід Барнард Штайнман (1886-1960), американський інженер-будівельник. Він був дизайнером мосту Макінак між США та Канадою (1957 р.) та багатьма іншими помітними мостами в США, Таїланді, Англії, Португалії, Італії, Бразилії, Гаїті, Пуерто-Рико, Канаді, Кореї, Іраку та Пакистані. Він також заснував Національне товариство інженерів-професіоналів у 1934 р., виконуючи обов'язки першого президента. Мости його конструкції не були зварними, але без зварювання при їхньому будівництві не обходилося.

**22 серпня 1933**

Народився Созар Бідзинович Якобашвілі, доктор технічних наук, професор, представник Патонівської школи. Зробив вагомий внесок у дослідження фізико-хімічних властивостей зварювальних флюсів та шлаків, розробку матеріалів для зварювання, наплавлення й пайки.

**23 серпня 1382**

Почалася оборона Москви від навали хана Тохтамиша. У літописі 1382 р. вперше згадується про успішне використання зварних артилерійських знарядь під час оборони. Викуваний із криці залізний лист скручували на залізній оправці в трубу і зварювали поздовжнім швом внахлестку. Потім на цю трубу наварювали ще одну або дві труби більшого діаметра, стежачи за тим, щоб зварні поздовжні шви розташовувалися в різних місцях. Викувані таким чином труби-заготівлі були короткими. Тому для отримання досить довгих гармат кілька таких заготовок з'єднували між собою за допомогою ковального зварювання.

**24 серпня 1939**

Народився Г.М. Григоренко – академік, представник Патонівської школи. Брав безпосередню участь у розробці нових методів, обладнання та технології плазово-дугового, дугошлакового переплави, електрошлакової технології, індукційної виплавки з комбінованими джерелами нагріву та у водоохолоджуваних секційних кристалізаторах. Розробляв технології виплавки високоазотистих сталей, їх легування азотом з газової фази. Вперше проаналізував та класифікував газообмінні процеси в електрометалургії при плавці та переплаві.





25 серпня 1952

Народився Ю.В. Демченко – представник Патонівської школи, науковець у галузі розробки низки технологічних рішень щодо виготовлення та ремонту зварювальних конструкцій металургійного виробництва і важко-підйомної, гірничодобувної, транспортної та іншої техніки.



26 серпня 1947

Народився Ю.К. Бондаренко – представник Патонівської школи. Зробив великий внесок у створення системи стандартизації та сертифікації зварювального виробництва України, її гармонізації з міжнародними стандартами, сертифікацію продукції та систем управління якістю на багатьох промислових підприємствах.



27 серпня 1956

Токар-новатор А.І. Чудиков подав заявку та отримав на неї авторське свідоцтво № 106270 на «Спосіб зварювання встик». Він зрозумів, що для здійснення зварювання тертям необхідно дотримуватись трьох основних умов: працювати на великих обертах деталі, не менше 750-1000 об/хв; миттєво гальмувати деталь, що обробляється, щоб метал, що перейшов у пластичний стан, не прокручувався по ділянці з'єднання; докласти осьове зусилля.



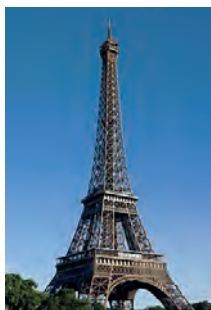
28 серпня 1999

Офіційно відкриті у 1999 р. вежі Петронас – близнюки-хмарочоси в Куала-Лумпурі, Малайзія. Кожна вежа заввишки 375 метрів (зі шпилем — 451,9 м) має 88 поверхів. Будівництво унікальної зварної конструкції було розпочато у 1995 і завершено у 1998 р. При відкритті вони були найвищими хмарочосами у світі. Нині Петронас Тауерс найвищі вежі-близнюки у світі. Одним із найскладніших процесів будівництва веж було встановлення мосту, що з'єднує їх. Він розташований між вежами на 41 та 42 поверхах, має 58 м у довжину. Унікальним є 150-метровий фундамент веж (найглибший на планеті). Загальний об'єм залитого в фундамент бетону склав 13 тис. м³. На будівництво хмарочоса пішло майже 37 тис. т сталі.



29 серпня 1932

Закладено головний підводний човен серії VI «Малютка». Будівництво йшло швидкими темпами відповідно до жорстких календарних термінів. Інженер-конструктор О.М. Асафов (1886-1933) запропонував застосувати під час будівництва підводного човна електрозварювання. Комісія підтримала його пропозицію замінити клепку корпусу підводного човна електрозварюванням. Таким чином, «Малютки» стали першими у світі суцільнозварними підводними човнами.



30 серпня 1993

В цей день на Ейфелеву вежу піднявся 150-мільйонний відвідувач. Ейфелева вежа – найвідоміша незварна вежа, символ сучасної Франції. Популярний туристичний об'єкт, щорічно приймає понад 6 млн відвідувачів. Будівельні роботи виконували 300 робітників протягом двох з невеликим років з січня 1887 р. по березень 1889 р. Рекордним строком зведення сприяли креслення надзвичайно високої якості з точними розмірами 18038 металевих деталей, для скріплення яких використали 2,5 млн заклепок. Вежа була зведена як тимчасова споруда для ознаменування сторіччя з дня початку Французької революції та до відкриття паризької Всесвітньої виставки 1889 р.



31 серпня 1904

Німецький інженер Е. Бісс запатентував пальник-різак, особливістю якого були концентричні сопла. Крім того, Е. Бісс працював над винаходом водневого пальника. Протягом 1904 р. цей вид різання відразу опинився поза конкуренцією стосовно заліза, сталі та чавуну. У 1908 р. кисневе різання було випробувано у підводних умовах. Незабаром цей метод різання зацікавив і німецькі компанії. У великому обсязі газове різання застосовували при демонтажі зруйнованих металоконструкцій під час Першої світової війни.