



**Сучасні дослідження та розробки
ІЕЗ імені Є.О.Патона в галузі зварювання
та споріднених технологій**

**Present research and developments of the
E.O.Paton Electric Welding Institute in the
field of Welding and related technologies**

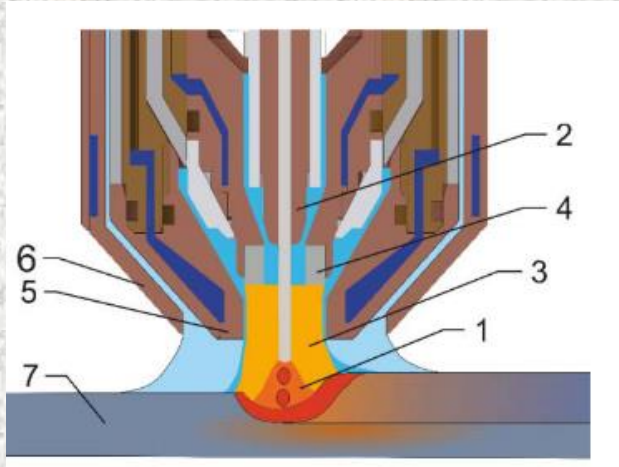
Академік НАН України Б.Є.Патон

Швидкісне гібридне плазмово – дугове зварювання

High-speed hybrid plasma arc welding

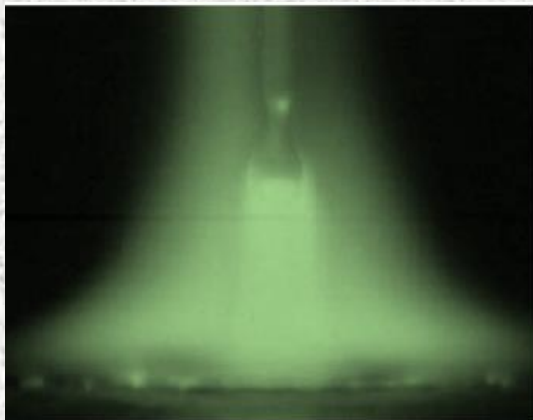
Схема гібридного зварювального
плазмотрона

Scheme of hybrid welding plasmatron



Сумісна дія стисненої дуги та
дуги плавкого електрода

Combined action of constricted arc and
consumable electrode arc



Гібридний зварювальний плазмотрон в
руці зварювального робота

Hybrid welding plasmatron in hand of
welding robot

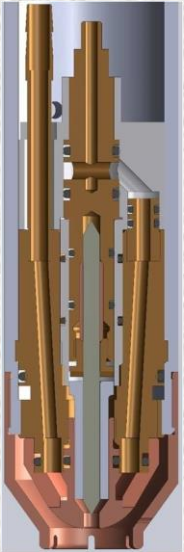


Точкове плазмове зварювання

Spot plasma welding

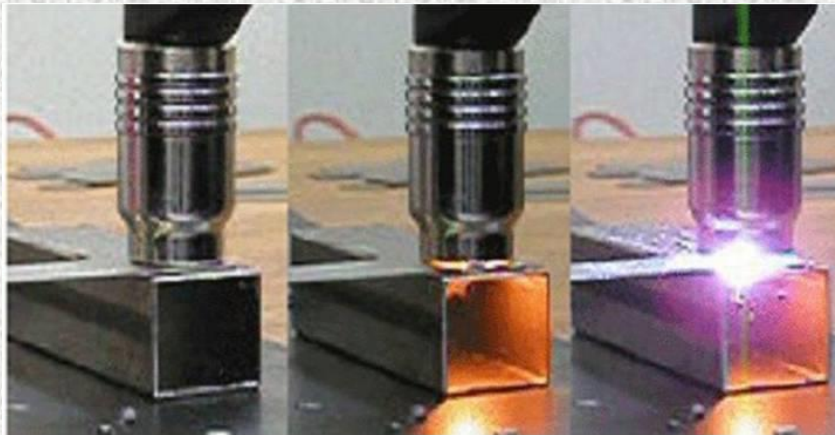
Плазмотрон для
автоматичного
точкового зварювання
алюмінієвих сплавів з
присадковим дротом

Plasmatron for
automatic spot welding
of aluminium alloys
with filler wire



Процес точкового зварювання

Process of spot welding



Головка для точкового плазмового
зварювання в руці робота

Head for spot plasma welding in robot
hand

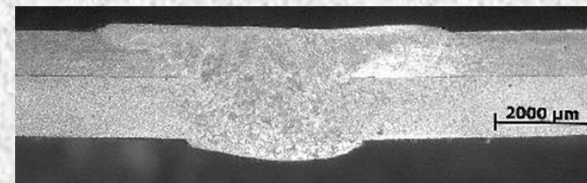


Зварні точкові з'єднання алюмінієвих сплавів різної товщини

Welded spot joints of aluminium alloys of different thickness



0,6 мм+0,8 мм
0.6 mm + 0.8 mm



0,8 мм+1,2 мм
0.8 mm + 1.2 mm

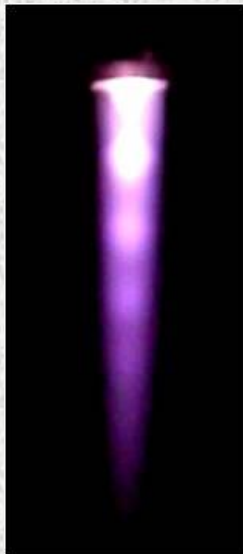
Надзвукове висококопродуктивне плазмове порошкове напилення

Supersonic high-efficient plasma powder spraying

Плазмотрон для надзвукового напилення потужністю 100 кВт
Plamsatron of 100 kW capacity for supersonic spraying



Надзвуковий плазмовий струмінь
1,5 Маха
Supersonic plasma jet of 1.5 Makh



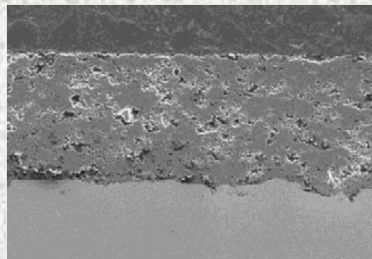
Обладнання для високопродуктивного надзвукового плазмового напилення

Equipment for high-efficient supersonic plasma spraying



Мікроструктура покриттів з порошків карбидів и оксидів, які отримані надзвуковим плазмовим напиленням з застосуванням плазмоутворюючого газу (повітря + 5% пропану)

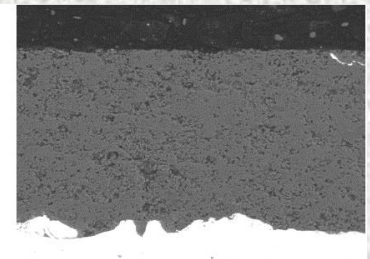
Microstructure of coatings of carbide and oxide powders, produced by supersonic plasma spraying applying plasma forming gas (air + 5% propane)



Cr_3C_2



Cr_2O_3



WC-Co

Обладнання для лазерного зварювання

Equipment for laser welding

Трьохкоординатний комплекс «АРМА-100М» для лазерного зварювання

Three-coordinate complex “ARMA-100M” for laser welding

Напівавтоматичний ручний лазерний інструмент

Semi-automatic manual laser tool



Багатошаровий сільфон виготовлений з труб, що зварені лазерним випромінювачем

Multilayer bellows, manufactured of pipes, welded by laser radiator



Обладнання для електронно – променевого зварювання

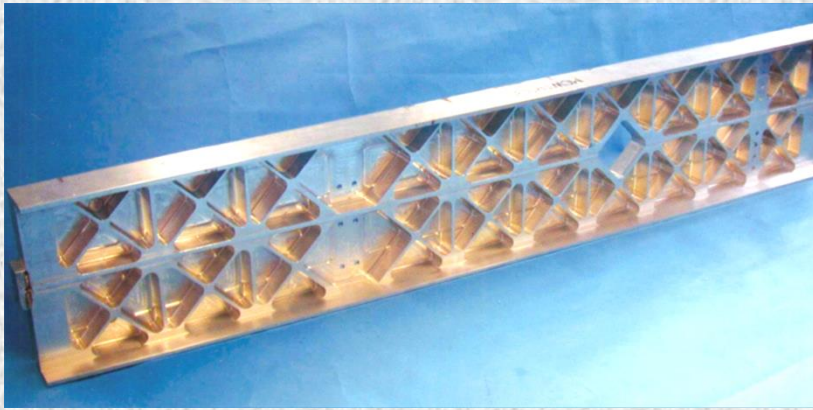
Equipment for electron beam welding

Камера з мобільною зварювальною гарматою та
викатний робочий стіл

Installation with mobile intrachamber welding gun and
wheeled-out operating table



Елемент крила літака з високоміцного
алюмінієвого сплаву товщиною 100 мм
Wing element of high-strength aluminium alloy of 100
mm thickness



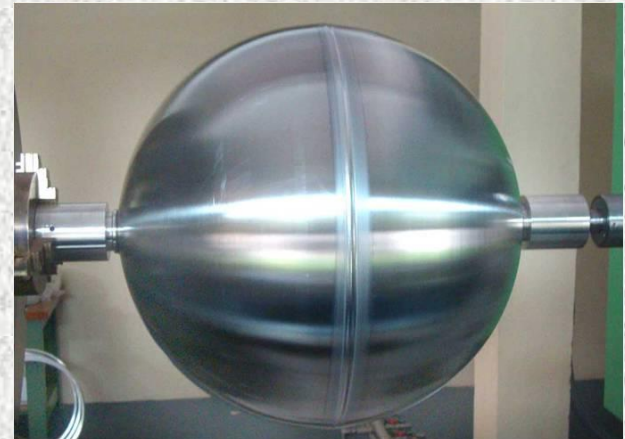
Зварна секція авіаційного двигуна з
титанового сплаву BT-6

Welded section of aircraft engine made of
titanium alloy VT-6



Зварний шаровий балон з титанового сплаву

Welded ball cylinder of titanium alloy



Ручний електронно-променевий інструмент для зварювання у відкритому космосі

New generation of hand electron beam tool for welding in open space



Ручна електронно-променева гармата з високовольтним роз'ємом
Hand electron beam gun with high-voltage connector



Зварювальник – дослідник з новим електронно-променевим інструментом
Welder-tester with new electron beam tool

Пресове зварювання труб з магнітокеруємою дугою

Press welding of pipes with magnetically impelled arc

Механічні властивості зварних з'єднань труб

Mechanical properties of pipe welded joints

Steel grade	Size of pipes, mm	Base metal σ_t , MPa	Welded joint σ_t , MPa	Base metal KCV J/cm ² +20°C	Welded joint KCV J/cm ² + 20°C	Base metal KCV J/cm ² -20°C	Welded joint KCV J/cm ² -20°C	Welded joint KCV J/cm ² -40°C
09Г2С	42 $\delta=5$	<u>460...478</u> 469	<u>453...484</u> 465	<u>57...59</u> 58	<u>59...78,1</u> 68,5	<u>57,8...58</u> 57,9	<u>64...74,5</u> 69,3	-
35	89 $\delta=10$	<u>538...565</u> 551	<u>528...554</u> 541	<u>56...64</u> 60	<u>52...96,5</u> 70	-	-	-
01Star520	191 $\delta=7$	<u>638...665</u> 651	<u>618...674</u> 656	<u>116...154</u> 135	<u>87...152</u> 119	-	-	-
STPG410	60.5 $\delta=5.5$	<u>452...464</u> 458	<u>450...462</u> 456	<u>90...98</u> 94	<u>86...92</u> 89	<u>102...104</u> 98	<u>87...94</u> 91	<u>88...94</u> 92
X70		<u>528... 566</u> 551,0	<u>532...548</u> 540	<u>248...265</u> 256	<u>124...253</u> 189		<u>149...244</u> 196	

Устаткування К-872 кліщового типу для зварювання труб

Installation K-872 of tong-type for pipe welding



Процес пресового зварювання труб діаметром 51х3мм на машині МДВ1

Process of press welding of pipes of 51x3 mm diameter in machine MDV1



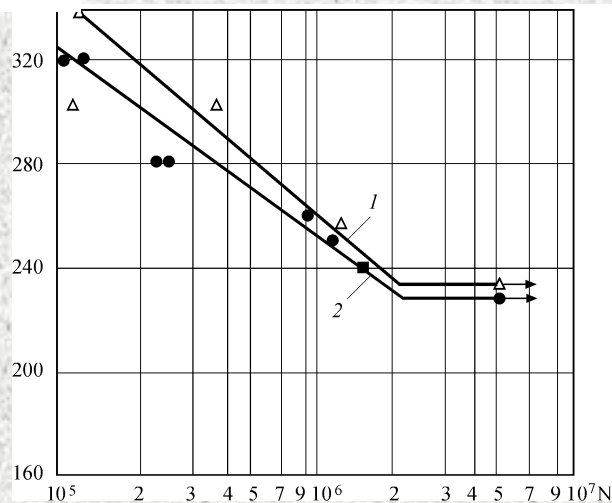
Подводне зварювання та різання Underwater welding and cutting



Напівавтомат для підводного зварювання і різання порошковим дротом на глибині до 200 м

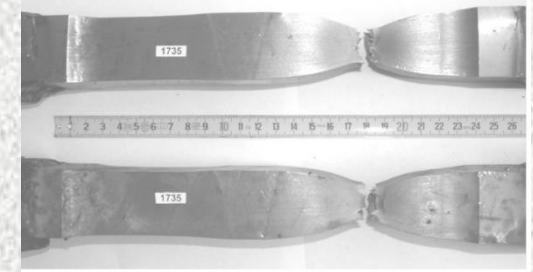
Semi-automatic machine for underwater welding and cutting with flux-cored wire at up to 200 mm depth

σ_{-1} , МПа



Втомна довговічність при знакозмінному згинанні: 1 – зварювання під водою; 2 – зварювання на повітрі.

Fatigue strength at alternating bending: 1 – underwater welding; 2 – air welding



Мікрошліф та зразки після механічних випробувань. Товщина металу 40 мм

Microsections and specimens after mechanical tests. Metal thickness is 40 mm

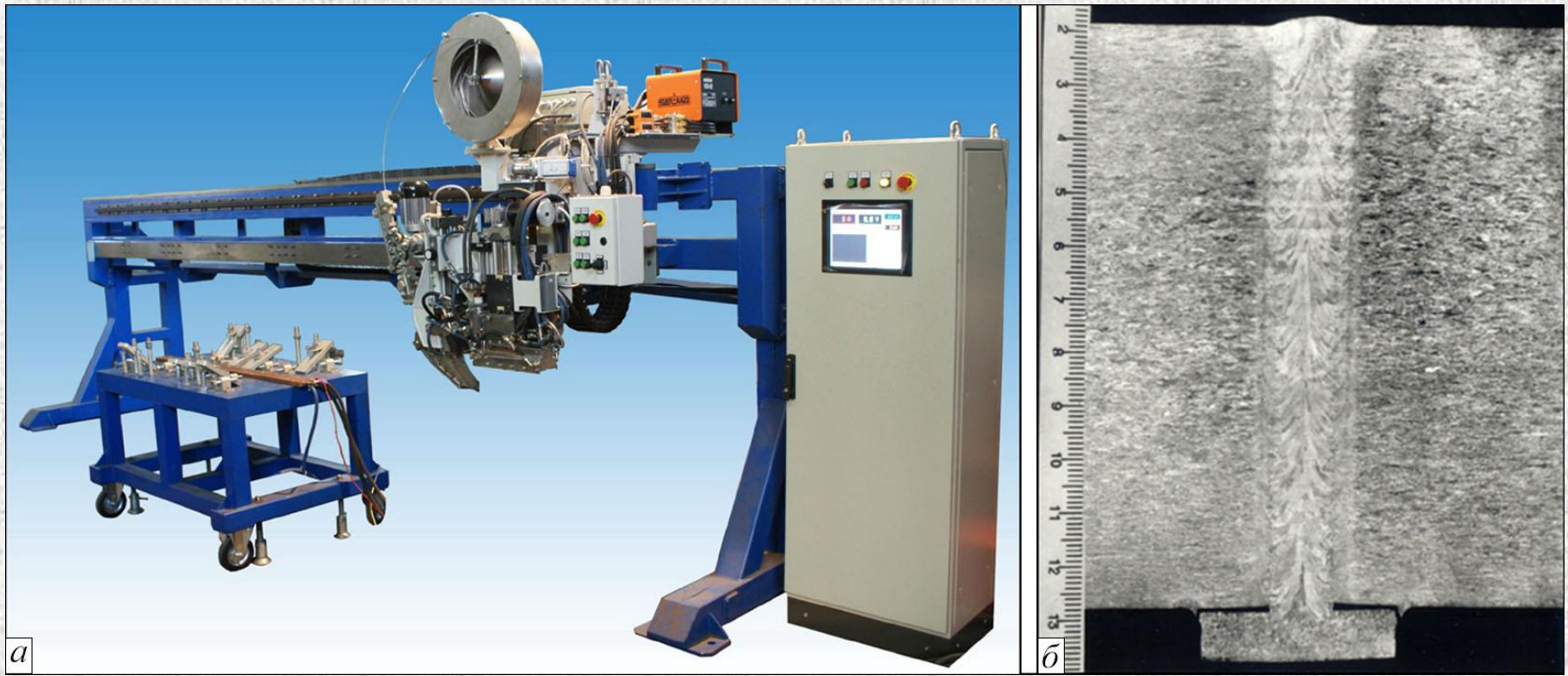
МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛУ ШВІВ, ЩО ВИКОНАНІ ПІД ВОДОЮ (ANSI/A WS D3.6, class A)

MECHANICAL PROPERTIES OF WELD METAL, MADE UNDER WATER (ANSI/A WS D3.6, class A)

Material	$\sigma_{0.2}$, МПа	σ_t МПа	δ , %	Ψ , %	KCV ₋₂₀ , J/cm ²
Electrodes	≥ 460	≥ 600	≥ 29	≥ 47	≥ 100
Flux-cored wire	≥ 350	≥ 550	≥ 30	≥ 60	≥ 80
Steel X60	435	580	18	-	60

Зварювання титанових сплавів великої товщини

Welding of thick titanium alloys



Устаткування УД-682 для зварювання та наплавлення деталей товщиною до 110 мм і довжиною до 4 м

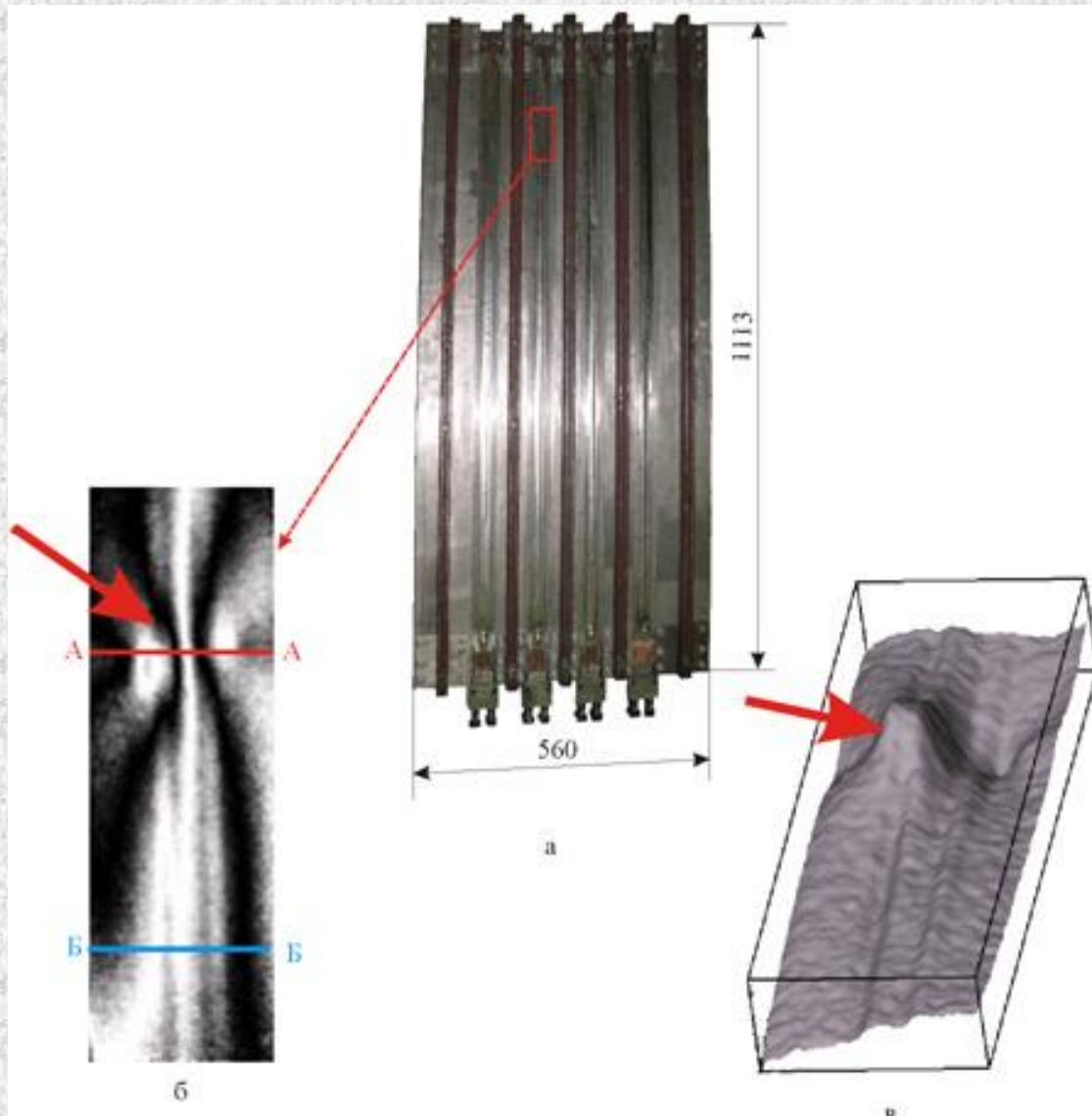
Installation UD-682 for welding and surfacing of parts of up to 110 mm thickness and up to 4 m length

Макрошліф з'єднання титанового сплаву ВТ-6 товщиною 110 мм, який виконано на устаткуванні УД-682.

Macrosection of joint of titanium alloy VT-6 of 110 mm thickness made in installation UD-682 applying magnetically-controlled field

Неруйнівний контроль якості стрингерних панелей зі сплаву ВТ-20 методом електронної ширографії

Non-destructive testing of quality of VT-20 alloy stringer panels by using electron shearography method

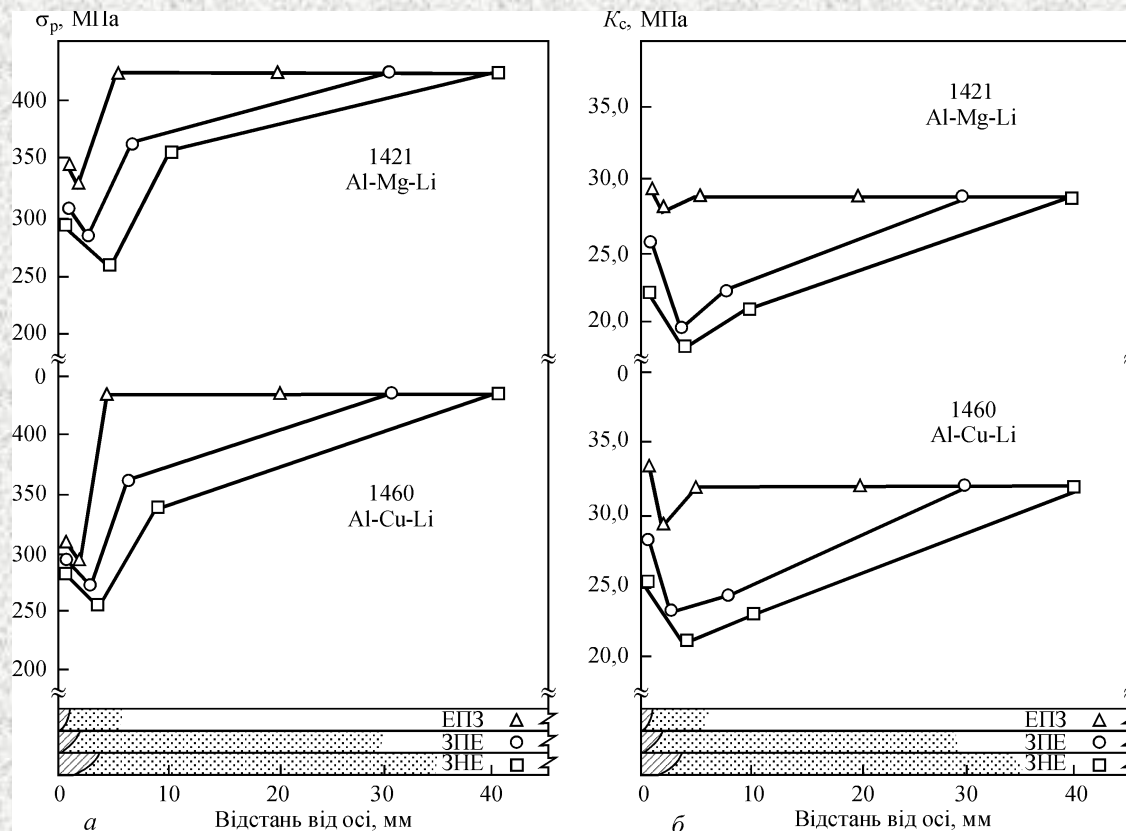


а - панель в механічній
оснастці після зварювання;
б – картина
інтерференційних смуг;
в – тримірна картина
деформованої панелі.

a – panel in mechanical
fixture after welding;
b – pattern of interference
fringes;
c – three-dimensional pattern
of panel deformation.

Результати досліджень механічних властивостей алюмінієво – літійових сплавів

Results of investigation of mechanical properties of aluminium-lithium alloys

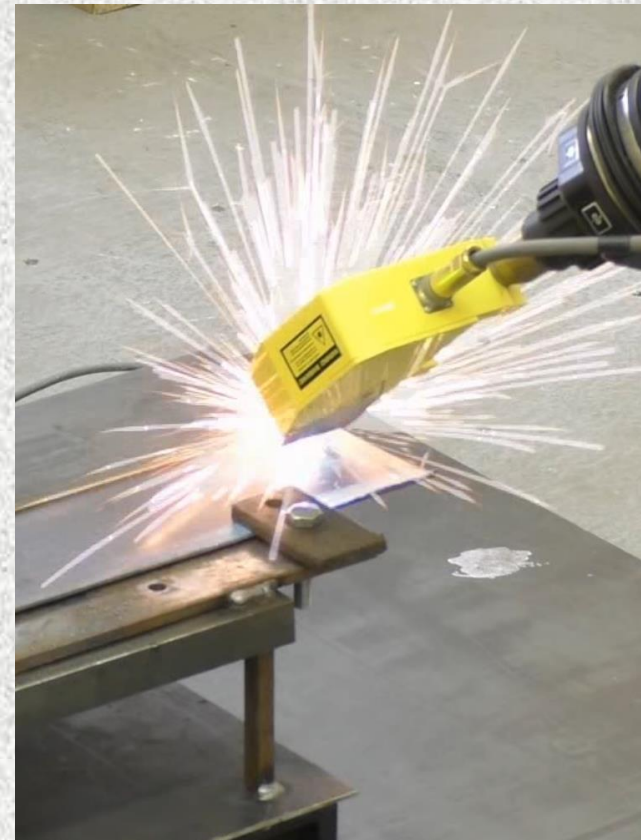
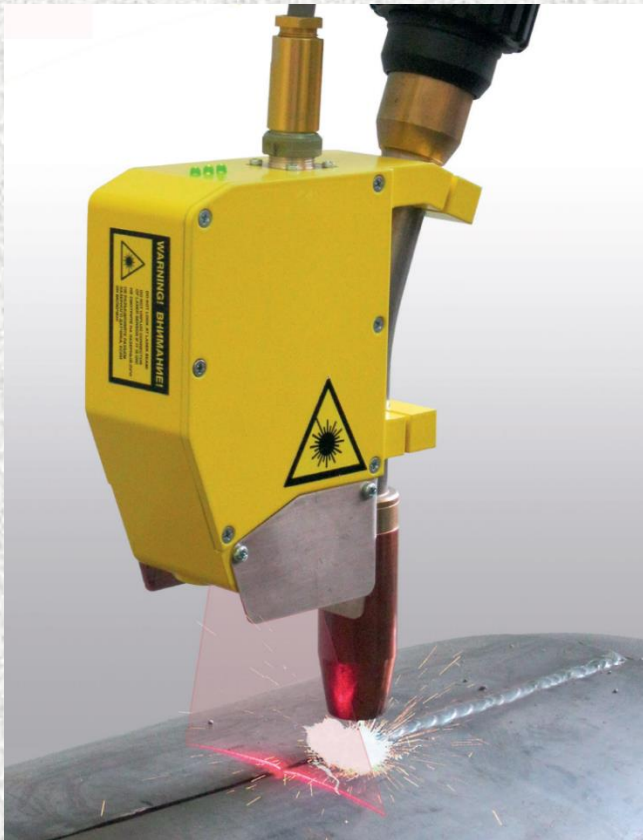


Вплив способів зварювання електронним променем, плавким та неплавким електродами на характеристики міцності σ_B (а) та тріщиностійкості K_{IC} (б) в різних зонах з'єднань алюмінієво – літійових сплавів 1421 и 1460.

Effect of methods of electron beam welding (EBW), with consumable (CEW) and non-consumable (NEW) electrodes on characteristics of strength σ_t (a) and crack resistance K_{IC} (b) in different zones of joints of aluminium-lithium alloys 1421 and 1460.

Зварювальний робот з системою технічного зору

Welding robot with technical vision systems

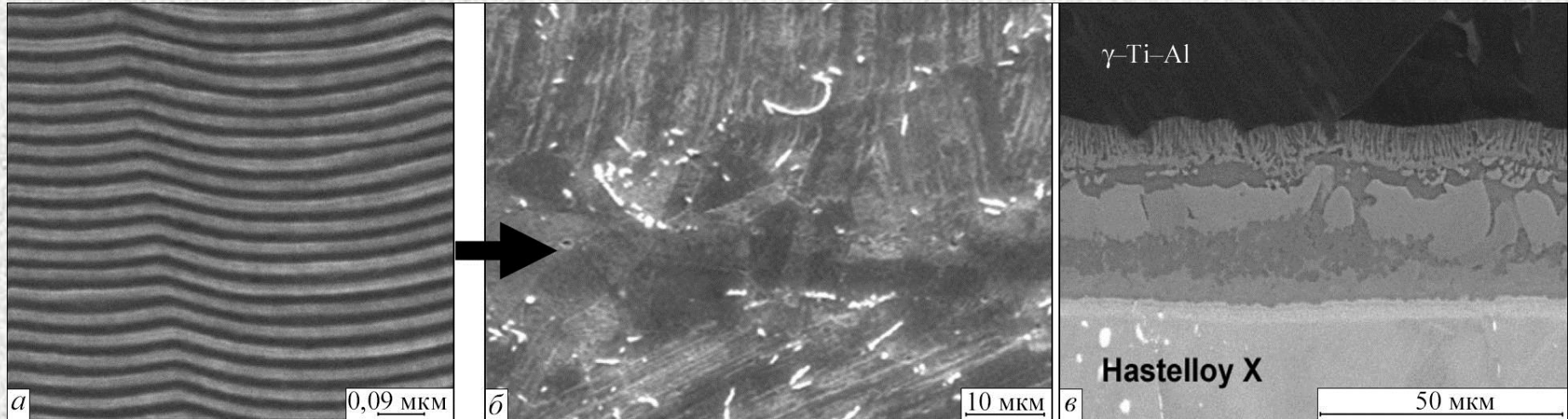


Зварювальні роботи, що оснащені системами технічного зору, здатні автоматично знаходити стик, корегувати траєкторію і параметри режиму зварювання для компенсації похибок збирання та розташування заготовок. Системи технічного зору, що створені в Інституті, успішно використовуються у складі роботизованих систем таких відомих виробників, як ABB, FANUC, KUKA.

Welding robots, equipped with technical vision systems, capable automatically to find the butt, correct trajectory and parameters of welding mode for compensation of assembly errors and arrangement of semi-products. Technical vision systems, developed at the Institute are successfully used with robots of such well-known manufacturers as ABB, FANUC, KUKA.

Парофазні технології отримання наноструктурованих матеріалів

Vapor-phase technologies of producing nanostructured materials



Мікроструктура перетину
наношарової фольги з
шарів титану і алюмінію

Microstructure of
transverse section of
nanolayer foil, consisting of
titanium and aluminium
alloys

Мікроструктура зони
з'єднання сплаву на основі
 γ -Ti-Al

Microstructure of zone of
joining alloy on γ -Ti-Al base,
produced through intermediate
nanolayer foil Ti/Al

Мікроструктура зони
з'єднання сплаву на основі γ -
Ti-Al та жаростійкого сплаву
на основі нікелю

Microstructure of zone of joining
alloy on γ -Ti-Al base and heat-
resistant alloy on nickel base of
Hastelloy X type, produced through
intermediate nanolayer foil Ti/Al

Зварні конструкції з високоміцних маловуглецевих легованих сталей

Welded structures of high-strength low-carbon alloy steels



Національний спортивний олімпійський
комплекс
National sports Olympic complex



Самоскид вантажопідйомністю 110 т.
Dump-truck of 110-ton capacity



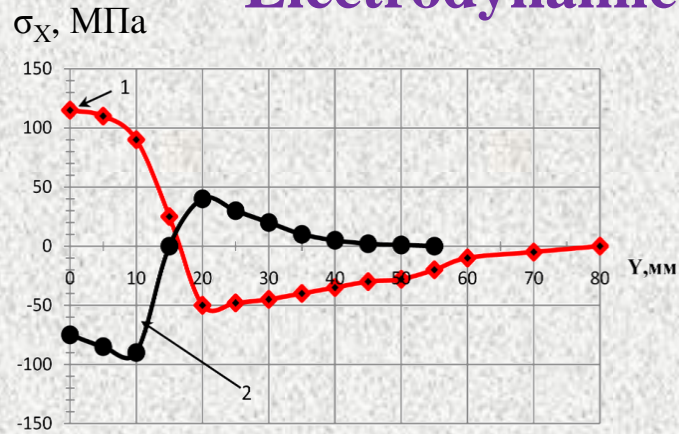
Мостовой перехід, м. Київ
Bridge passage, Kyiv



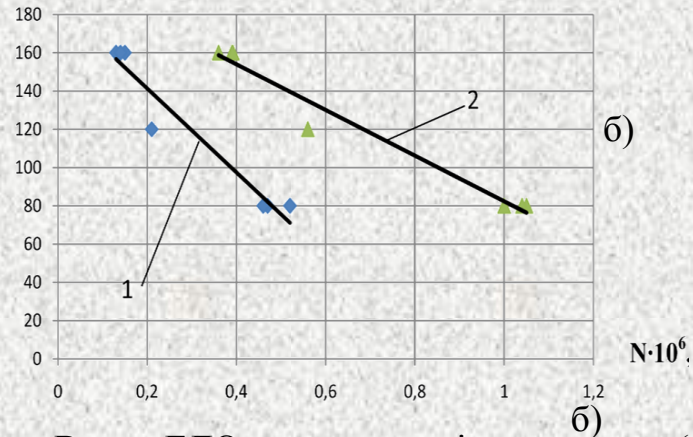
Резервуар для зберігання нафти об'ємом 50 000 м³
Tank for storage of oil of 50 000 m³ capacity

Електродинамічне оброблення (ЕДО) зварних з'єднань

Electrodynamic treatment (EDT) of welded joints



$2\sigma_a$, МПа



Вплив ЕДО на залишкові напруження (а) і довговічність зварних з'єднань сплаву АМгб, які виконані зварюванням ТiГ (б): 1 – без оброблення, 2 – після ЕДО.

Effect of EDT on residual stresses (a) and life of AMg6 alloy welded joints made by TIG welding (b): 1 – without treatment, 2 – after EDT



Джерело живлення і електрод

Power source and electrode

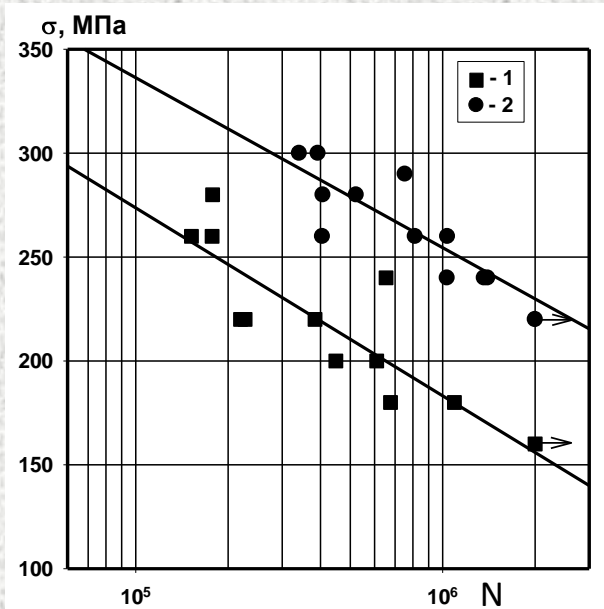


Правлення методом ЕДО зварної листової конструкції сплаву АМгб товщиною 8 мм

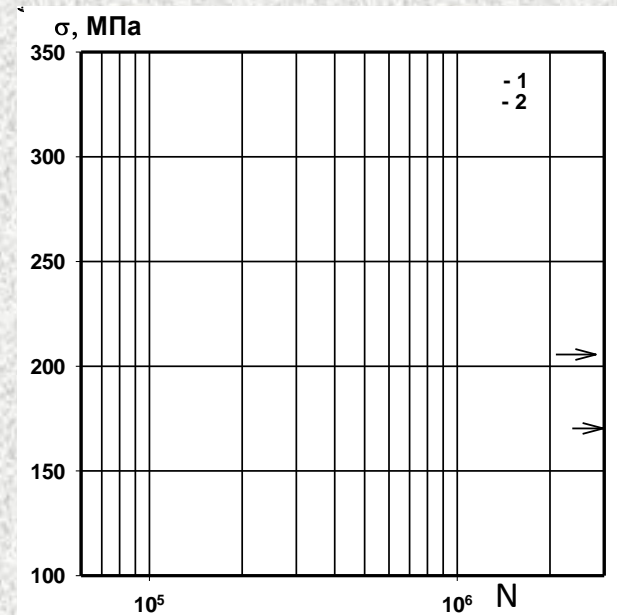
Straightening by EDT method of sheet structure of 8 mm thick AMg6 alloy

Підвищення корозійно – втомної міцності високочастотним механічним проковуванням

Improvement of corrosion-fatigue strength by high-frequency mechanical peening



a)



b)

Криві втоми таврових (а) та стикових (б) зварих з'єднань сталі 15ХСНД після витримки у промисловій атмосфері помірного клімату протягом 1200 годин: 1 – до оброблення, 2 – після оброблення.

Fatigue curves of T-(a) and butt (b) welded joints of steel 15KhSND after holding in industrial atmosphere of moderate climate during 1200 h: 1 – before treatment, 2 – after treatment

Відновлення наплавленням зношених поверхонь залізничних коліс

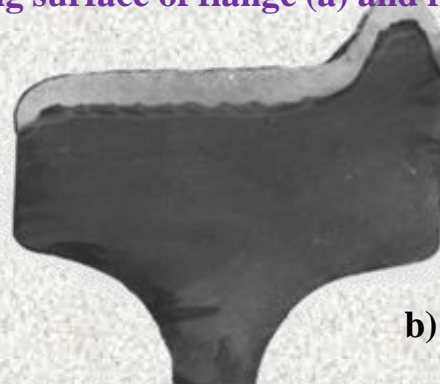
Restoration of worn-out surfaces of railway wheels by surfacing

Макрошліфи залізничних коліс вантажних вагонів з наплавленими робочими поверхнями гребня (а) та профіля качення (б);

Macrosections of railway wheels of cargo cars with deposited working surface of flange (a) and rolling profile (b)



a)



b)

Обладнання для однодугового наплавлення на основі зварювальних апаратів АДФ-1201

Equipment for single-arc surfacing on base of welding machines ADF-1201



Обладнання для дводугового наплавлення основі зварювальних апаратів А-1412 (наплавлення колісної пари виконується одночасно)

Equipment for two-arc surfacing on base of welding machines A-1412 (surfacing of wheel pair is made simultaneously)



Неруйнівний контроль зварних з'єднань та виробів складної геометрії

Non-destructive testing of welded joints and intricate products

Неруйнівний контроль із застосуванням портативної цифрової рентген-телефізійної апаратури

NDT with applying portable digital X-ray – TV equipment



Апаратура на об'єкті
Equipment on object



Аналіз результатів контролю

Analysis of testing results on laptop

Промисловий робот із системою технічного зору для неруйнівного контролю із застосуванням вихороструменевих методів

Industrial robot with technical vision system for NDT with applying eddy-current methods



Плазмово – індукційне вирощування великих монокристалів тугоплавких металів

Plasma-induction growing of large single crystals of refractory metals

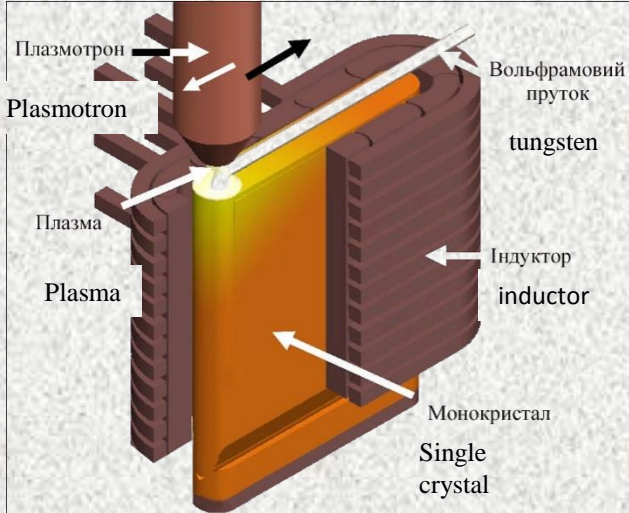


Схема процесу
Scheme of process



Плазмово – індукційне устаткування
Plasma-induction installation



Монокристали вольфраму
Tungsten single crystals



Анод
Anode



**Оболонки термоемісійних
перетворювачів**
Shells of thermoemission converter

Зварювання живих тканин Welding of live tissues

Апарат для зварювання живих тканин ЕКВЗ-300 «Патонмед»

Apparatus EKV3-300 "Patonmed" for welding of live tissues



Багатофункціональний термохірургічний апарат ЕК-300 МШ «Патонмед» та хірургічний інструментарій

Multifunctional thermosurgical apparatus EK-300 M1 "Patonmed" and surgical instruments



Приклади зварних з'єднань різнорідних живих тканин

Examples of welded joints of dissimilar tissues



Приварювання сітківки
ока до судинної оболонки
Welding-on of eye retina to
choroid



Зварювання сухожиль. Інструментарій
та процес зварювання

Welding of sinews.
Unique instrument and welding process



Зварний білідигестивний
(жовчовивідний) анастомоз
Welded biliary-enteric
anastomosis



Нервові тканини
Neural tissues



Процес зварювання
нерву щура
Process of welding of
rat nerve



Стравохід – тонка кишка
Gullet – small intestine

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ

THANK YOU FOR ATTENTION