

ЗМІСТ

ЕЛЕКТРОШЛАКОВА ТЕХНОЛОГІЯ

Протоковілов І.В., Петров Д.А., Порохонько В.Б. Дослідження технологічних особливостей та допустимих тисків процесу ЕШП у вакуумі 3

Петренко В.Л., Стовпченко Г.П., Ткаченко В.А., Коломієць Д.В., Медовар Л.Б. Сучасні датчики рівня рідкого металу для ЕШП в короткому кристалізаторі 10

ЕЛЕКТРОННО-ПРОМЕНЕВІ ПРОЦЕСИ

Ахонін С.В., Северин А.Ю., Березос В.О., Пікулін О.М., Глухенький О.І., Бондар О.І. Одержання великогабаритних зливків алюмінідів титану способом ЕПП 18

ПЛАЗМОВО-ДУГОВА ТЕХНОЛОГІЯ

Бурнашев В.Р., Никитенко Ю.О., Якуша В.В., Шейко І.В., Жиров Д.М. Деякі аспекти виплавки високоазотистої сталі Х21Г17АН2 у плазмово-дуговій печі 23

ЕЛЕКТРОМЕТАЛУРГІЯ СТАЛІ ТА ФЕРОСПЛАВІВ

Мищенко Д.Д., Богаченко О.Г., Судацова В.С., Нейло І.А., Галініч В.І. Вплив TiN та ZrO₂ на фазові перетворення у подвійних системах BaO–ZrO₂(TiN) 27

ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

Веретільник О.В., Біктагіров Ф.К., Шаповалов В.О., Гнатушенко О.В., Ігнатов А.П. Технології переробки металеві стружки (Огляд) 31

НОВІ МАТЕРІАЛИ

Лобанов Л.М., Асніс Ю.А., Піскун Н.В., Статкевич І.І. Високотемпературні механічні характеристики β-стабілізованого інтерметалідного сплаву системи TiAl після індукційної зонної плавки 39

Курапов Ю.А., Дідікін Г.Г., Литвин С.С., Романенко С.М., Борецький В.В. Електронно-променева технологія отримання конденсатів NaCl–Ag, NaCl–Cu та синтез колоїдних систем на їх основі 44

ІНФОРМАЦІЯ

Дуплексні нержавіючі сталі 53

Установки ЕПЗ для гранульної металургії 56

М.І. Зініграду — 75! 57

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Вчені ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ, м. Київ:

С.В. Ахонін (головний редактор),

В.О. Березос, В.А. Костін, І.В. Кривцун,

Л.Б. Медовар, Г.П. Стовпченко, А.І. Устінов,

В.О. Шаповалов;

М.І. Гасик, Національна металургійна академія України, м. Дніпро,

М.І. Гречанюк, Інститут проблем матеріалознавства НАНУ, м. Київ,

В.І. Дубодєлов, ФТІМС НАНУ, м. Київ,

М. Зініград, Аріельський університет, Ізраїль,

О.М. Івасішин, Інститут металофізики

ім. Г.В. Курдюмова НАНУ, м. Київ,

П.І. Лобода, НТУУ

«КПІ ім. Ігоря Сікорського», м. Київ,

Г. Младенов, Інститут електроніки,

м. Софія, Болгарія,

О.В. Овчинников, ЗНТУ, м. Запоріжжя,

Г.Ф. Тавадзе, Інститут металургії

і матеріалознавства

ім. Ф.Тавадзе, м. Тбілісі, Грузія,

С.Я. Шипицин, ФТІМС НАНУ, м. Київ

Засновники

Національна академія наук України,

Інститут електрозварювання

ім. Є.О. Патона НАНУ,

Міжнародна Асоціація «Зварювання» (видавець)

Редакція

Д.М. Дяченко,

Л.М. Герасименко, Т.Ю. Снегирьова

Адреса

ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ,

03150, Україна, Київ,

вул. Казимира Малевича, 11

Тел./факс: (38044) 200 82 77, 205 22 07

E-mail: journal@paton.kiev.ua

www.patonpublishinghouse.com

Журнал входить до переліку затверджених Міністерством освіти і науки України видань для публікації праць здобувачів наукових ступенів за спеціальностями 132, 133

Наказ МОН України № 409 від 17.03.2020

Рекомендовано до друку редакційною колегією журналу

Свідоцтво про державну реєстрацію

КВ № 24212-14052 ПР від 03.12.2019

ISSN 2415-8445

DOI: <https://doi.org/10.15407/sem>

Передплата

Передплатний індекс 70693

4 випуски на рік (видається щоквартально)

Друкована версія: 800 грн. за річний комплект

з урахуванням доставки

рекомендованою бандероллю.

Електронна версія: 800 грн. за річний комплект

EDITORIAL BOARD

Scientists of E.O. Paton Electric Welding Institute of NASU, Kyiv:

S.V. Akhonin (Editor in Chief),

V.O. Berezos, V.A. Kostin, I.V. Krivtsun,
L.B. Medovar, G.P. Stovpchenko, A.I. Ustinov, V.O. Shapovalov;
M.I. Gasyk, National Metallurgical Academy of Ukraine, Dnipro,

M.I. Grechanyuk, Institut for Problems of Material Science of NASU, Kyiv,

V.I. Dubodelov, Physico-Technological Institute of Metals and Alloys of NASU, Kyiv,

M. Zinigrad, Ariel University, Israel,

O.M. Ivasishyn, G.V. Kurdyumov Institute

for Metal Physics of NASU, Kyiv,

P.I. Loboda, NTUU «Igor Sykorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv,

G. Mladenov, Institute of Electronics

Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria,

O.V. Ovchynnikov, Zaporozhye National Technical University, Ukraine,

G.F. Tavazde, Ferdinand Tavazde Institute of Metallurgy and Materials Science of NAS of Georgian, Tbilisi, Georgia,

S.Ya. Shypytsyn, Physico-Technological Institute of Metals and Alloys, Kyiv

Founders

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

Editors

D.M. Diachenko,

L.M. Gerasymenko, T.Yu. Snegiryeva

Address

E.O. Paton Electric Welding Institute of NASU, 03150, Ukraine, Kyiv, 11 Kasimir Malevich Str.

Tel./Fax: (38044) 200 82 77, 205 22 07

E-mail: journal@paton.kiev.ua

www.patonpublishinghouse.com

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 132, 133

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 № 24212-14052PR dated 03.12.2019
 ISSN 2415-8445

 DOI: <https://doi.org/10.15407/sem>
Subscription

Subscription index 70693

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

\$60, subscriptions for the printed (hard copy) version, air postage and packaging included.

\$50, subscriptions for the electronic version (sending issues of Journal in pdf format or providing access to IP addresses).

CONTENTS
ELECTROSLAG TECHNOLOGY
Protokovilov I.V., Petrov D.A., Prokhonko V.B. Investigation of the technological features and admissible pressures of the process of vacuum ESR 3

Petrenko V.L., Stovpchenko G.P., Tkachenko V.A., Kolomiets D.V., Medovar L.B. Modern sensors of liquid metal level for ESR in a short collar mould 10

ELECTRON BEAM PROCESSES
Akhonin S.V., Severin A.Yu., Berezos V.O., Pikulin O.M., Glukhenkii O.I., Bondar O.I. Producing large-sized ingots of titanium aluminides by EBM method 18

PLASMA-ARC TECHNOLOGY
Burnashev V.R., Nikitenko Yu.O., Yakusha B.B., Sheiko I.V., Zhirov D.M. Some aspects of melting high-nitrogen steel Kh21G17AN2 in plasma arc furnace 23

ELECTROMETALLURGY OF STEEL AND FERROALLOYS
Mishchenko D.D., Bogachenko A.G., Sudavtsova V.S., Neilo I.A., Galinich V.I. Influence of TiN and ZrO₂ on phase transformations in BaO–ZrO₂ (TiN) binary systems 27

ENERGY-RESOURCES SAVING
Veretilnik O.V., Biktagirov F.K., Shapovalov V.O., Gnatushenko O.V., Ignatov A.P. Technology of processing metal chips (Review) 31

NEW MATERIALS
Lobanov L.M., Asnis E.A., Piskun N.V., Statkevich I.I. High-temperature mechanical properties of β -stabilized intermetallic alloy of TiAl system after induction zone melting 39

Kurapov U.A., Didikin G.G., Litvin S.E., Romanenko S.M., Boretsky V.V. Electron beam physical vapour deposition for preparation of NaCl–Ag and NaCl–Cu condensates, and synthesis of colloid systems on their basis 44

INFORMATION

Duplex stainless steels 53

EBW equipment for granular metallurgy 56

M.I. Zinigrad — 75! 57

ДУПЛЕКСНІ НЕРЖАВІЮЧІ СТАЛІ

Дуплексні нержавіючі сталі набувають все більшого поширення. Їх виготовляють всі основні виробники нержавіючої сталі і на те є цілий ряд причин:

висока міцність, що дозволяє скоротити вагу виробів;

висока корозійна стійкість, особливо до корозійного розтріскування.

Кожні 2–3 роки проводяться присвячені дуплексним сталям конференції, на яких презентуються десятки технічних статей. Йде активне просування цього типу сталей на ринку. Постійно з'являються нові марки цих сталей. Але незважаючи на весь цей інтерес, частка дуплексних сталей на світовому ринку становить, за найоптимістичнішими оцінками, від 1 до 3 %. Мета цієї статті — простими словами пояснити особливості цього типу сталі. Будуть описані як переваги, так і недоліки виробів з дуплексної нержавіючої сталі.

Ідея створення дуплексних нержавіючих сталей виникла у 1920-х роках, а перша плавка була проведена у 1930 р. в Авесті, Швеція. Проте помітне зростання частки використання дуплексних сталей припадає тільки на останні 30 років. Пояснюється це в основному удосконаленням технології виробництва сталі, особливо процесів регулювання вмісту азоту в сталі.

Традиційні аустенітні сталі, такі як AISI 304 (аналоги DIN 1.4301 і 08X18H10), і феритні сталі, такі як AISI 430 (аналоги DIN 1.4016 і 12X17), досить прості у виготовленні і легко оброблюються. Вони складаються переважно з однієї фази: аустеніту або фериту. Хоча ці типи мають велику сферу застосування, у обох є свої технічні недоліки. У аустенітних — низька міцність (умовна межа плинності 0,2 % в стані після аустенітизації — 200 МПа), низький опір корозійного розтріскування.

У феритних — низька міцність (умовна межа плинності 0,2 % становить 250 МПа), погана зварюваність при великих товщинах, низькотемпературна крихкість. Високий вміст нікелю в аустенітних сталях призводить до їх подорожчання, що небажано для більшості споживачів.

Основна ідея дуплексних сталей полягає в підборі такого хімічного складу, при якому буде утворюватися приблизно однакова кількість фериту та

аустеніту. Такий фазовий склад забезпечує наступні переваги:

- високу міцність (діапазон умовної межі плинності 0,2 % для сучасних дуплексних марок сталей становить 400...450 МПа). Це дозволяє зменшувати перетин елементів, а отже їх масу. Ця перевага особливо важлива для:

посудин під тиском і баків,

будівельних конструкцій, наприклад, мостів;

- хорошу зварюваність великої товщини (не настільки проста, як у аустенітних, але набагато краще, ніж у феритних);

- хорошу ударну в'язкість (набагато краще, ніж у феритних сталей, особливо, при низьких температурах: зазвичай до -50°C , в деяких випадках до -80°C);

- опір корозійному розтріскуванню (SCC) — традиційні аустенітні сталі особливо схильні до даного типу корозії. Це особливо важливо при виготовленні таких конструкцій, як:

баки для гарячої води;

пивоварні баки;

збагачувальні установки;

каркаси басейнів.

За рахунок чого досягається рівновага аустеніту/фериту. Щоб зрозуміти, як виходить дуплексна сталь, можна спочатку порівняти склад двох добре відомих сталей: аустенітної — AISI 304 (аналоги DIN 1.4301 і 08X18H10) та феритної — AISI 430 (аналоги DIN 1.4016 і 12X17).

Основні елементи нержавіючих сталей можна розділити на феритизуючі та аустенітизуючі. Кожен з елементів сприяє утворенню тієї чи іншої структури. Феритизуючі елементи — це хром, кремній, молібден, вольфрам, титан, ніобій. Аустенітизуючі елементи — це вуглець, нікель, марганець, азот, мідь. У сталі AISI 430 переважають феритизуючі елементи, тому її структура феритна. Сталь AISI 304 має аустенітну структуру в основному за рахунок вмісту близько 8 % нікелю. Для отримання дуплексної структури з вмістом кожної фази близько 50 % необхідний баланс аустенітизуючих та феритизуючих елементів. У цьому полягає причина, чому вміст нікелю в дуплексних сталях в цілому нижче, ніж в аустенітних.

Нижче наведено типовий склад дуплексної нержавіючої сталі.

Хімічний склад елементів, мас. %

Структура	Марка	Позначення по EN	C	Si	Mn	P	S	N	Cr	Ni	Mo
Феритна	430	1,4016	0,08	1,00	1,00	0,040	0,015	—	16,0...18,0	—	—
Аустенітна	304	1,4301	0,07	1,00	2,00	0,045	0,015	0,11	17,5...19,5	8,0...10,5	—

У деяких знедавна розроблених марок сталей для значного зниження вмісту нікелю використовується поєднання азоту і марганцю. Це позитивно позначається на стабільності цін.

В даний час технологія виробництва дуплексних сталей ще тільки розвивається. Тому кожен виробник просуває власну марку. На загальну думку, марок дуплексної сталі зараз дуже багато. Але судячи з усього, таку ситуацію ми будемо спостерігати поки серед них не виявляться «переможці».

Корозійна стійкість дуплексних сталей. Через різноманіття дуплексних сталей при визначенні корозійної стійкості їх зазвичай приводять разом з аустенітними та феритними марками сталей. Єдиної міри корозійної стійкості поки не існує. Однак для класифікації марок сталей зручно користуватися числовим еквівалентом стійкості до корозії (PREN):

$$\text{PREN} = \% \text{Cr} + 3,3 \% \text{Mo} + 16 \% \text{N}.$$

Нижче наведена таблиця корозійної стійкості дуплексних сталей в порівнянні з аустенітними та феритними марками.

Слід зазначити, що дана таблиця може служити тільки орієнтиром при виборі матеріалу. Завжди необхідно розглядати наскільки підходить певна сталь для експлуатації в конкретному корозійному середовищі.

Корозійне розтріскування (SCC — Stress Corrosion Cracking) — це один з видів корозії, що виникає при наявності певного набору зовнішніх факторів, таких як:

розтягуюча напруга;

корозійне середовище;

досить висока температура (зазвичай це 50 °С, але в деяких випадках, наприклад в плавальних

басейнах, вона може проявлятися і при температурі близько 25 °С).

Нажаль звичайні аустенітні сталі, такі як AISI 316 (аналог 10X17H13M2) найбільш схильні до SCC. Наступні матеріали мають набагато більш високу стійкість до КР — це:

феритні нержавіючі сталі;

дуплексні нержавіючі сталі;

аустенітні нержавіючі сталі з високим вмістом нікелю.

Опір SCC дозволяє використовувати дуплексні сталі в багатьох конструкціях, що використовуються при високих температурах, зокрема, в: водонагрівачах; пивоварних баках; опріснювальних установках.

Каркаси басейнів з нержавіючої сталі відомі своєю схильністю до SCC. Використання для їх виготовлення звичайних аустенітних нержавіючих сталей, таких як AISI 304 (аналог 08X18H10) та AISI 316 (аналог 10X17H13M2), заборонено. Для цієї мети найкраще підходять аустенітні сталі з високим вмістом нікелю. Однак в деяких випадках в якості альтернативи можна розглядати дуплексні сталі, такі як AISI 2205 (DIN 1.4462) та супердуплексні.

Фактори, що перешкоджають поширенню дуплексних сталей. Привабливе поєднання високої міцності, широкого діапазону значень корозійної стійкості, середньої зварюваності повинно нести в собі великий потенціал для збільшення частки дуплексних нержавіючих сталей на ринку. Однак необхідно розуміти, які у дуплексних нержавіючих сталей недоліки і чому вони, судячи з усього, будуть залишатися в статусі «місцевих гравців». Така перевага, як висока міцність, миттєво перетворюється в недолік, як тільки справа доходить до технологічності обробки матеріалу тис-

Корозійна стійкість сталей

Марка	Номер по EN/UNS	Тип	Орієнтовний PREN
430	1.4016/S43000	Феритна	16
304	1.4301/S30400	Аустенітна	19
441	1.4509/S43932	Феритна	19
RDN 903	1.4482/S32001	Дуплексна	22
316	1.4401/S31600	Аустенітна	24
444	1.4521/S44400	Феритна	24
316L 2.5 Mo	1.4435	Аустенітна	26
2101 LDX	1.4162/S32101	Дуплексна	26
2304	1.4362/S32304	—"	26
DX2202	1.4062/S32202	—"	27
904L	1.4539/N08904	Аустенітна	34
2205	1.4462/S31803/S32205	Дуплексна	35
Zeron 100	1.4501/S32760	—"	41
Ferrinox 255/Uranus 2507Cu	1.4507/S32520/S32550	—"	41
2507	1.4410/S32750	—"	43
6 % Mo	1.4547/S31254	Аустенітна	44

Марка	Номер по EN/UNS	Тип	Приблизний склад						
			Cr	Ni	Mo	N	Mn	W	Cu
LDX 2101	1.4162/S32101	Низьколегована	21,5	1,5	0,3	0,22	5	–	–
DX 2202	1.4062/S32202	–"–	23	2,5	0,3	0,2	1,5	–	–
RDN 903	1.4482/S32001	–"–	20	1,8	0,2	0,11	4,2	–	–
2304	1.4362/S32304	–"–	23	4,8	0,3	0,10	–	–	–
2205	1.4462/S31803/S32205	Стандартна	22	5,7	3,1	0,17	–	–	–
2507	1.4410/S32750	Супер	25	7	4	0,27	–	–	–
Zeron 100	1.4501/S32760	–"–	25	7	3,2	0,25	–	0,7	0,7
Ferrinox255/Uranus 2507Cu	1.4507/S32520/S32550	–"–	25	6,5	3,5	0,25	–	–	1,5

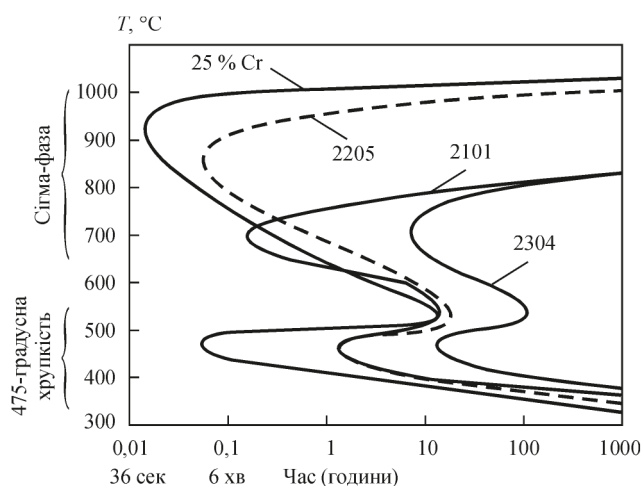
ком і механічної обробки. Висока міцність також означає нижчу, ніж у аустенітних сталей, здатність до пластичної деформації. Тому дуплексні сталі практично непридатні для виробництва виробів, в яких потрібна висока пластичність. І навіть коли здатність до пластичної деформації на прийнятному рівні для надання необхідної форми матеріалу (наприклад, при згинанні труб) потрібно більше зусилля. Відносно поганої оброблюваності різання є один виняток з правил — марка LDX 2101 (EN 1.4162), виробник Outokumpu.

Процес виплавки дуплексних нержавіючих сталей набагато складніший, ніж аустенітних і феритних сталей. При порушенні технології виробництва, зокрема, термообробки, крім аустеніту та фериту в дуплексних сталях може утворюватися цілий ряд небажаних фаз. Дві найбільш значимі фази зображені на наведеній нижче діаграмі.

Обидві фази призводять до появи крихкості, тобто втрати ударної міцності. Утворення σ -фази (більш 1000 °C) найчастіше відбувається при недостатній швидкості охолодження в процесі виготовлення або зварювання. Чим більше в сталі легуючих елементів, тим вище ймовірність утворення σ -фази. Тому найбільш схильні до цієї проблеми супердуплексні сталі.

Крихкість з'являється внаслідок утворення α -фази. Хоча найбільш небезпечна температура 475 °C, вона може утворюватися і при більш низьких температурах, аж до 300 °C. Це накладає обмеження на максимальну температуру експлуатації дуплексних сталей, яке ще більше звужує коло можливих областей застосування.

З іншого боку, є обмеження по мінімальній температурі експлуатації дуплексних сталей, для яких вона вище, ніж у аустенітних. На відміну від аустенітних сталей у дуплексних при випробу-



Області виділення фаз в дуплексних сталях

вання на удар має місце крихко-в'язкий перехід. Стандартна температура випробувань сталей, що використовуються в конструкціях для шельфового видобутку нафти і газу, становить мінус 46 °C. Зазвичай дуплексні сталі не використовуються при температурах нижче мінус 80 °C.

Висновки

Властивості дуплексних сталей наступні:

- розрахункова міцність в два рази вище, ніж у аустенітних і феритних нержавіючих сталей;
- широкий діапазон значень корозійної стійкості, що дозволяє підібрати марку під конкретну задачу;
- хороша ударна міцність до мінус 80 °C, що обмежує застосування в криогенних середовищах;
- виняткова стійкість до корозійного розтріскування;
- хороша зварюваність великого перерізу;
- більша складність при механічній обробці і штампуванні, ніж аустенітних сталей;
- максимальна температура експлуатації обмежена 300 °C.

Матеріал з сайту
www.bssa.org.uk

УСТАНОВКИ ЕПЗ ДЛЯ ГРАНУЛЬНОЇ МЕТАЛУРГІЇ

Установки для гранульної металургії призначені для дегазації, наповнення та вібраційного ущільнення гранул в капсулах з подальшою герметизацією за допомогою електронно-променевого зварювання.



В установках виконуються наступні технологічні операції:

нагрів та дегазія виробів (капсул) для видалення з внутрішньої та зовнішньої поверхонь адсорбованої вологи та газів;

дегазія гранул при заповненні виробу;
віброущільнення гранул у виробі в процесі заповнення;

електронно-променево зварювання пробки, яка встановлюється у горловину виробу;

охолодження заповненого і герметизованого виробу у вакуумі.

Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона пропонує три типорозміру установок для гранульної металургії: KL168, KL114 та KL139.

Основні характеристики установки KL139

	Найменування параметру	Величина
1	Габаритні розміри установки, мм: довжина ширина висота	7980 4470 3140
2	Маса установки, т	10
3	Внутрішні розміри вакуумної камери, мм: довжина ширина висота	1500 1300 1854
4	Максимальні габарити виробу, що зварюється, мм типу циліндру діаметр висота типу диск (у вертикальному положенні) діаметр ширина	600 650 800 400
5	Маса виробу, що зварюється, кг, макс	1000
6	Глибина зварного шва, мм, не менше	6
7	Робочий вакуум у вакуумній камері, Па, не гірше	$2,66 \cdot 10^{-3}$
8	Робочий вакуум в гарматі, Па, не гірше	$6,67 \cdot 10^{-3}$
9	Нагікання в порожню і чисту камеру, Па·л/с (мм рт.ст.·л/с), не більше	5 (0,0375)
10	Час відкачування вакуумної камери (до $2,66 \cdot 10^{-3}$ Па), хв., не більше	30
11	Температура нагріву виробу, °С, макс	600
12	Амплітуда вібрації виробу, мм, макс	2
13	Діапазон частоти вібрації виробу, Гц	5...30
14	Енергетичний блок з джерелом високовольтного живлення 6 кВт/60 кВ: прискорююча напруга, кВ діапазон регулювання зварювального струму, мА	60 1...100
15	Цикл підготовки, нагріву, заповнення та зварювання одного виробу, робочих змін	1...2
16	Технічні параметри, які забезпечує Замовник: - силове електроживлення – відповідно до стандарту Німеччини DIN EN 60 204, п. 4.3 - споживана потужність, кВ·А, не більше - витрата охолоджуючої води, л/год - температура охолоджуючої води на вході, °С - тиск води, що охолоджує, кг/см ² , не менше - тиск стисненого повітря, кг/см ² , не менше - температура в приміщенні, °С, не більше - вологість, %, не більше - наявність кондиціонера - наявність крана вантажопідйомністю не менше 1,5 т	380 В, 50/60 Гц 120 5340 15...20 3 5 30 70 + +

М.И. ЗИНИГРАДУ — 75!



Советскому ученому-металлургу, профессору, ныне ректору Ариэльского университета в Израиле, члену редакционной коллегии журнала «Современная электрометаллургия» исполнилось 75 лет. Искренне поздравляем Михаила Иосифовича с юбилеем, желаем крепкого здоровья, новых творческих достижений на ниве образования и науки. Представляем интервью М.И. Зиниграда киевскому журналисту М. Гольду, которое, по нашему мнению, будет интересно для читателей журнала.

Объявление, что профессор, приехавший два месяца назад из России, сделает доклад на иврите, в далеком 1992 г. в Израиле собрало полный зал. Так доктор наук Михаил Иосифович Зиниград стал знаменитым и получил место преподавателя в маленьком колледже в Самарии за так называемой «Зеленой чертой». Из преподавателя вскоре вырос ректор, из колледжа — современный Ариэльский университет, где учатся более 14 тысяч студентов. В интервью Михаил Зиниград рассказал, как в его университете разрабатывают препараты против рака, кто бойкотирует их научную деятельность и чем обернутся для Израиля нефтедобыча и последние места на школьных олимпиадах.

Михаил, в Союзе Вы, доктор наук, считались одним из крупнейших специалистов в сфере металлургии, будучи автором 200 научных работ. И вдруг — под 50 лет — решаете репатрироваться. Рассчитывали на продолжение научной карьеры или были готовы мести улицы?

Не буду лукавить — уехал я не из сионистских побуждений. Был прекрасно устроен в Союзе, рано — в 36 лет — стал профессором Уральского политехнического института, заведующим кафедрой, не будучи при этом членом КПСС. Разумеется, не обходилось без антисемитизма. Хорошо помню, как из 100 заведующих кафедрами от 18 до 22 человек всегда голосовали против присвоения своим еврейским коллегам ученых званий: еврейская фамилия действовала на них, как тряпка на быка, что возмущало даже ректора, чисто русского человека.

Об эмиграции мы не думали, но в 1991-м старший сын стал возвращаться к иудаизму и очень быстро уехал в Израиль. Я не спешил принимать решение, и если бы не жена — она, кандидат наук, действительно была готова мыть посуду и подме-

тать улицы в новой стране, — не знаю, сдвинулись бы с места.

Разумеется, я не рассчитывал на университетскую кафедру в Израиле — о каком преподавании может идти речь при нулевом иврите? Были, правда, другие иллюзии: в Союзе тогда вошли в моду технологические кооперативы, и я полагал, что быстро найду практическое применение своим разработкам и в Израиле.

А оказалось ровно наоборот...

Как это ни парадоксально. Мы приземлились в Бен-Гурионе 25 июля 1992 г. и вскоре выяснилось, что мои бизнес-затеи здесь абсолютно неуместны. Годы спустя я понял, что бизнес — это отдельная специальность.

Зато сын сообщил, что в начале октября в Израиле пройдет конференция как раз по моей специальности. Что ж, я недавно вернулся из Японии, где выступал с докладом по-английски, почему бы не представить его в Израиле? «Нет, — перебил сын, — ты не понял, придется выступить на иврите». В общем, я рассмеялся, но сын все-таки перевел доклад и... жена вспоминает, что до этого не могла представить, как можно два месяца заниматься с таким перенапряжением сил. Я, разумеется, не учил доклад наизусть, как попугай, а пытался понять смысл на новом для себя языке, а потом обкатывал будущее выступление на соседне-израильянине — мы с ним дружим до сих пор.

Разумеется, объявление о том, что профессор, приехавший два месяца назад из России, сделает доклад на иврите, собрало полный зал. Шок я пережил после выступления, когда с изумлением обнаружил, что понял суть обращенных ко мне вопросов! И начал отвечать на иврите — с ошибками, через пень-колоду, но отвечать. Эффект был

ошеломляющим: обо мне узнали все! Лет десять спустя на конференции в Цинциннати я столкнулся с израильянккой, которая долго на меня смотрела, а потом спросила: «Это ведь ты делал доклад на иврите в 1992-м?».

В скобках замечу, что жена, собиравшаяся мыть полы, через десять дней после приезда стала работать на кафедре электрохимии Бар-Иланского университета: тема, которой она занималась в Союзе, полностью совпадала с направлением, которое открывали на этой кафедре.

Мне же, спустя два месяца после доклада, сообщили, что крохотный колледж в Ариэле ищет преподавателя физической химии (это моя специальность) — курс начинается в следующем учебном году. Но я получасовую лекцию готовил два месяца, не поднимая головы, а тут целый курс! В общем, и на эту авантюру я пошел. Через семестр-другой пришло понимание, что язык, на котором я начинал преподавать, был еще не вполне ивритом, а года через три я обнаружил, что перестал переводить фразы с русского на иврит и уже могу позволить себе рассказать анекдот, как когда-то на русском. Сегодня во все это мне самому с трудом верится, как и в то, что заштатный колледж Иудеи и Самарии, который насчитывал 130 учащихся, превратился в современный университет, где учатся более 14 тысяч студентов.

Да, но за право стать полноценным университетом колледж в Ариэле боролся много лет, причем главным оппонентом выступал Совет по высшему образованию Израиля. Что это — идеологическая непримиримость, академическая ревность или нежелание делить бюджетный пирог с новым — читай лишним — едоком?

Главным образом, речь идет об элементарном нежелании делиться. Многие коллеги откровенно заявляли, мол, где бы ни был открыт новый университет в Израиле — он лишний. Но это старая песня. Когда на Ближнем Востоке существовал один-единственный университет в Бейруте и планировалось открытие Еврейского университета в Иерусалиме (в 1925 году. — Прим. ред.), противники этого шага уверяли, что в нашем регионе нет места для еще одного университета. Спустя 30 лет уже руководство Еврейского университета повторяло эту формулу в отношении нового университета в Тель-Авиве, а тот позднее выступал против открытия университета в Беэр-Шеве и т.д.

В случае с Ариэлем дело дошло до того, что все израильские университеты, кроме Бар-Илана, подали иск в Высший суд справедливости (БАГАЦ) с требованием проверить законность нашего стату-

са. Суд признал, что университет в Ариэле создан на законных основаниях, после чего я не отказал себе в удовольствии на встрече с ректорами спросить: «Коллеги, у какого еще вуза есть разрешение Высшего суда на свое существование? Только у нашего. Возможно и ваши учебные заведения стоит проверить подобным образом?» И что вы думаете? Буквально недавно на одном из очередных заседаний Совета по высшему образованию глава совета ректоров Израиля, президент Техниона профессор Перец, заявил, что бойкот университета в Ариэле и обращение в БАГАЦ было ошибкой.

Признание дорогого стоит. Но поскольку университет Ариэля — единственный, расположенный на территориях, которые ООН считает оккупированными, неоднократно — как зарубежными, так и израильскими академическими кругами — предпринимались попытки бойкота вашего вуза. Насколько болезненными они оказались?

Бойкот явно не достиг своих целей. Мы проводим международные конференции, где принимаем ученых со всего мира. На последнюю такую конференцию съехались порядка 100 участников из 27 стран. Разумеется, некоторые к нам не приезжают, в том числе израильяне, не пересекающие Зеленую черту.

Иногда это бьет и по организаторам бойкота. В 2009 г. наши студенты приняли участие в конкурсе «Зеленый дом» под эгидой министерства жилищного строительства Испании и даже вышли в финал, но их проект исключили из конкурса под предлогом того, что колледж находится на оккупированных территориях. Мы подали иск в испанский суд, тяжба длилась пять лет и буквально в прошлом месяце завершилась нашей победой: правительство Испании обязали выплатить нашему теперь уже вузу компенсацию в размере 430 тысяч шекелей.

Бойкот в науке — последнее дело. В нашем университете успешно разрабатываются препараты по борьбе с раковыми заболеваниями, лекарства от диабета, и хотел бы я посмотреть, откажутся ли инициаторы бойкота от этих препаратов из-за того, что они разработаны за Зеленой чертой.

При всем этом, повторюсь, противодействие созданию университета в Израиле было продиктовано не политическими, а конъюнктурными соображениями. Людей, которые убеждены, что Израиль должен уйти с территорий, можно даже уважать — они искренне полагают, что эта политика приведет к миру на Ближнем Востоке. Но когда на этом спекулируют из своих личных интересов — это отвратительно.

Університет, який ви возглавляєте, самий молодий в Ізраїлі, йому нет і чотирьох лет. Появились ли в Ариэлі свої «фізики», яких не знайти в інших ізраїльських вузах?

Таких «фішек» багато. Група одержимих, решивших превратити колледж в повноцінний університет, розуміла, що це вдасться, тільки якщо не копіювати конкурентів. Тому, коли у колег преподавали класическу біологію, ми предложили студентам спеціальність «молекулярна біологія», відкрили нову спеціальність — «мехатроніка», розвиваємо дуже перспективні напрямки: робототехніку, кібертехнології, біомедицину, «зелену» хімію і фармахімію. Студенти не знаходять ці спеціальності в інших університетах, тому йдуть до нас.

Понятно, що у нас немає багаторічних традицій і величезних колективів, як в Єврейському університеті в Єрусалимі, хайфському Техніоні або інституті Вейцмана, але ми опережаємо їх в гнучкості: я можу активно запрошувати наукових працівників і преподавателей — це перевага нового університета. Старі вузи не можуть дозволити собі регулярно відкривати нові спеціальності, а ми робимо це постійно. В початку моєї ректорської кар'єри всього дві кафедри в Ариэлі мали право присуджувати ступінь магістра, сьогодні таких кафедр 16. Ми тільки починаємо потрапляти в міжнародні рейтинги. Згідно з одним з них ми посіли 360-е місце в світі, це дуже непогано.

По окремих дисциплінах Ариэль вже може тягаться з провідними ізраїльськими університетами, наприклад, в прикладних дослідженнях наші результати часто кращі, тому ряд компаній віддає перевагу звертатися саме до нас.

Університет Ариэля по праву вважається самим «руським» вузом Ізраїля або це явне збільшення?

Це в багатьох стереотип, пов'язаний з походженням ректора. У нас, наприклад, навчаються 600 арабських студентів, а частка «руських» дітей не дуже відрізняється від інших університетів. Серед преподавателей на кафедрі математики вихідці з колишнього СРСР становлять 20–30 %, на фізиці і хімії їх вже менше, до 15 %, а на найбільшій факультеті — соціальних наук — «руських» ви майже не зустрінете, як і на факультеті мас-медіа, де преподають відомі журналісти.

За чей рахунок живе ізраїльське вище освіта? Ви отримуєте дотації від держави? І скільки повинен заплатити студент за отримання

першої або другої академічної ступені? Залежить це від конкретного навчального закладу або вартість навчання регулюється «зверху» і уніфікована в масштабах Ізраїля?

Ми отримуємо дотації, тому студент платить приблизно 50 % від вартості навчання, в середньому 12 тисяч шекелів на рік (лише трохи більше \$3 тисяч), і деякі вважають, що це багато. Це фіксована плата за навчання в восьми державних університетах, в приватних же колледжах вона може досягати до 30 тисяч шекелів. Крім того, ми отримуємо фінансування на наукові дослідження відповідно до результатів нашої діяльності в минулому році — я маю на увазі кількість опублікованих статей, отриманих грантів і т. п.

Зарплати преподавателей теж фіксуються державою на певному рівні?

Безумовно, є тарифна сітка, наприклад, повний професор з невеликим стажем преподавания отримує приблизно 20–25 тисяч шекелів на місяць (\$5–6 тисяч), але кожен рік стажу додає йому 2,5 % до зарплати. Є також спеціальні коефіцієнти, що дозволяють отримувати 13,5 % надбавки. Кожен сьомий рік професор має право на шаббатон (академічний відпуск) — не працюючи в університеті, але отримуючи повну університетську зарплату. Існує також фонд — залежно від звання він становить від \$8 тисяч до \$13 тисяч на рік — на поїздки на конференції.

Наскільки високий престиж академічної кар'єри в Ізраїлі? Вже, незважаючи на всі бонуси, вам перераховані, хлопець з ступенем бакалавра, тільки що закінчивший факультет комп'ютерних технологій Техніона, може заробити до 40 тисяч шекелів в одній з хай-тек компаній.

Престиж залишається в багатьох і тому, що зарплата в академічному світі все-таки значно вище, ніж в середньому по країні, хоча і нижче, ніж у програмістів, тому отримати хороше студентське комп'ютерство для продовження наукової кар'єри дуже непросто. Крім того, водії-дальнобойщики або співробітники Управління портів або Електричної компанії теж заробляють дуже добре, і для цього не завжди потрібно вище освіта.

За ці 23 роки, що я преподаю в Ізраїлі, зарплата преподавателей вузів збільшилася приблизно в два рази — пам'ятаю забастовку професорів в се-

редине 1990-х, когда был отменен целый семестр. Одни тогда взывали к совести профессоров, а другие справедливо замечали, что если не пойти на повышение зарплаты, то страна столкнется с катастрофической утечкой мозгов.

Но проблему утечки это ведь не решило?

Многие исследователи просто не находят свободные ставки в израильских университетах, другие — как это принято в Израиле — делают постдокторат за рубежом, и за последние три года мы приняли на работу порядка 150 таких ученых. Это наш вклад в возвращение мозгов.

Сегодня примерно 30 % израильских исследователей работают за границей, но мы не знаем, сколько из них работают над постдокторатом и планируют вернуться в страну, а кого можно отнести к эмигрантам.

Чем израильская система образования принципиально отличается от постсоветской? В одном интервью вы сказали, что боитесь, что в Израиле найдут нефть, потому что тогда мозги перестанут работать с той эффективностью, с которой работают сегодня. А как же неутешительные результаты, которые демонстрируют израильские школьники на международных олимпиадах по естественным дисциплинам?

Израильская система высшего образования далека от идеала — она многое могла бы взять, особенно в методическом плане, у старой советской модели. Понятие академической свободы — само по себе очень правильное — иногда уводит от насущных вопросов, которые вполне решаемы, если этой свободой чуть-чуть поступиться.

Что касается школ, то есть проблема, которая скоро заявит о себе во весь голос. В 1990-е годы многие преподаватели математики, физики и химии из бывшего СССР так или иначе сумели встроиться в систему израильского школьного образования, но прошло 20 лет, и они уходят на пенсию. В связи с этим нас, очевидно, ожидает ухудшение подготовки школьников по естественным наукам. Правда, министерство образования интенсивно готовит математиков, которые в состоянии преподавать в старших классах на высоком уровне — курсы по подготовке таких учителей создаются и при нашем университете. Пока же мы следим за не очень удачными выступлениями израильских школьников на международных олимпиадах, в то время как в числе победителей часто оказываются евреи из стран диаспоры. Я лично готов поучаствовать в создании памятника министру образования, который сумеет переломить эту тенденцию.

ХІХ МІЖНАРОДНИЙ ПРОМИСЛОВИЙ ФОРУМ – 2020

МІЖНАРОДНІ СПЕЦІАЛІЗОВАНІ ВИСТАВКИ

24 - 27

листопада














ОРГАНІЗАТОР:
Міжнародний виставковий центр

Генеральний інформаційний партнер:
ОБСЛУГОВУВАННЯ ІНСТРУМЕНТ

Ексклюзивний медіа партнер:
ЖУРНАЛ ГОЛОВНОГО ІНЖЕНЕРА

Технічний партнер:
RentMedia



Міжнародний виставковий центр
Україна, 02002, Київ
Броварський пр-т, 15
М "Лівобережна"

☎ (044) 201-11-65, 201-11-56, 201-11-58
e-mail: alexk@iec-expo.com.ua
www.iec-expo.com.ua, www.meц.укр
www.tech-expo.com.ua