



2 (138) 2021

Журнал выходит 6 раз в год.
Издается с апреля 1998 г.
Подписной индекс 22405

Журнал награжден Почетной
грамотой и Памятным знаком
Кабинета Министров Украины

СВАРЩИК^{МТК}

Производственно-технический журнал

№ 2 2021
март-апрель

ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВО
РЕМОНТ

СОДЕРЖАНИЕ

Поздравляем	4	
Новости техники и технологий	5	
Технологии и материалы		
К вопросу оптимизации температурных полей при послойном формировании ответственных изделий из сплавов на основе титана. <i>А.С. Миленин, Е.А. Великоиваненко, Г.Ф. Розынка, С.С. Козлитуна, Н.И. Пивторак</i>	6	
Технологии ремонта		
Восстановление сваркой уникальных базовых деталей промышленного оборудования	10	
Алюминиевые сплавы для сварных конструкций		
Обзор зарубежного опыта технологий получения алюминиевых сплавов и изготовления из них сварных транспортных конструкций. Часть 2. <i>Т.М. Лабур, О.К. Маковецкая</i>	12	
Оборудование для производства		
Газокислородные резаки ФЛЦ-РК и ФЛЦ-РКФ для резки прибылей крупного литья. <i>В.М. Литвинов, Ю.Н. Лысенко</i>	17	
Инновации в промышленности и сварочном производстве		
О необходимости активизации инноваций в промышленности и сварочном производстве. Часть 1. Промышленность. <i>Г.И. Лашенко</i>	20	
КПД оборудования для термообработки сварочных электродов		
Система КПД газовых печей для термообработки сварочных электродов. <i>Е.П. Шелепов</i>	24	
Наши консультации	29	
Новинки оборудования для роботизированной сварки		
Роботизированная сварка крыши вагонов метро <i>Р.А. Горб, В.А. Дорошенко</i>	34	
Интеллектуальная собственность для науки и промышленности		
Особенности патентной охраны в Европейском Союзе. <i>И.В. Бернадская</i>	37	
Подготовка кадров		
Мастерство подтверждено победой!	40	
Памяти Б.Е. Патона		
Академик Борис Патон: «...Это как взойти на высокий пик. Начинаешь видеть то, что раньше было недоступно взгляду»	42	
Трон для Б.Е. Патона	47	
Вклад ИЭС им. Е.О. Патона в научно-технический прогресс.		
Памяти Б.Е. Патона		
Сварка и родственные технологии – боевому ракетостроению. Часть 3. Нарастивание мощности боевых стратегических ракет первого поколения. <i>Л.М. Лобанов, А.Н. Корниенко</i>	48	
Все для сварки. Торговый Ряд	54	

Вітаємо	4
Новини техніки та технологій	5
Технології та матеріали	
● До питання оптимізації температурних полів при шаровому формуванні відповідальних виробів зі сплавів на основі титану. <i>А.С. Міленін, Е.А. Великоиваненко, Г.Ф. Розинка, С.С. Козлітіна, Н.І. Пивторак</i>	6
Технології ремонту	
● Відновлення зварюванням унікальних базових деталей промислового обладнання	10
Алюмінієві сплави для зварних конструкцій	
● Огляд зарубіжного досвіду технологій отримання алюмінієвих сплавів і виготовлення з них зварних транспортних конструкцій. Частина 2. <i>Т.М. Лабур, О.К. Маковецька</i>	12
Обладнання для виробництва	
● Газокисневі різакі ФЛЦ-РК і ФЛЦ-РКФ для різання прибутків великого лиття. <i>В.М. Литвинов, Ю.М. Лисенко</i>	17
Інновації в промисловості і зварювальному виробництві	
● Про необхідність активізації інновацій в промисловості і зварювальному виробництві. Частина 1. Промисловість. <i>Г.І. Лашенко</i>	20
ККД обладнання для термообробки зварювальних електродів	
● Система ККД газових печей для термообробки зварювальних електродів. <i>Є.П. Шелепов</i>	24
Наші консультації	29
Новинки обладнання для роботизованого зварювання	
● Роботизоване зварювання даху вагонів метро <i>Р.А. Горб, В.А. Дорошенко</i>	34
Інтелектуальна власність для науки та промисловості	
● Особливості патентної охорони у Європейському Союзі. <i>І.В. Бернадська</i>	37
Підготовка кадрів	
● Майстерність підтверджена перемогою!	40
Пам'яті Б.Є. Патона	
● Академік Борис Патон: «... Це як зійти на найвищий пік. Починаєш бачити те, що раніше було недоступне погляду»	42
● Трон для Б.Є. Патона	47
Внесок ІЕЗ ім. Є.О. Патона в науково-технічний прогрес.	
Пам'яті Б.Є. Патона	
● Зварювання та споріднені технології - бойовому ракетобудуванню. Частина 3. Нарощування потужності бойових стратегічних ракет першого покоління. <i>Л.М. Лобанов, О.М. Корнієнко</i>	48
Все для зварювання. Торговий Ряд	54
CONTENT	
Congratulations	4
News of engineering and technology	5
Technologies and materials	
● On the optimization of temperature fields during layer-by-layer formation critical products made of titanium-based alloys. <i>A.S. Milenin, E.A. Velikoivanenko, G.F. Rozynka, S.S. Kozlitiina, N.I. Pivtorak</i>	6
Repair technology	
● Restoration by welding of unique basic parts industrial equipment	10
Aluminum alloys for welded structures	
● Review of foreign experience in technologies for producing aluminum alloys and manufacturing welded transport structures from them. Part 2. <i>T.M. Labour, O.K. Makovetskaya</i>	12
Equipment for the production	
● Oxy-fuel cutters FLC-RK and FLC-RKF for cutting of large cast profits. <i>V.M. Litvinov, Yu.N. Lysenko</i>	17
Innovation in industry and welding production	
● On the need to intensify innovations in industry and welding production. Part 1. Industry. <i>G.I. Laschenko</i>	20
Efficiency of equipment for heat treatment of welding electrodes.	
● System of the efficiency of gas furnaces for heat treatment of welding electrodes. <i>E.P. Shelepov</i>	24
Our consultations	29
Novelties of equipment for robotic welding	
● Robotic welding of the roof of the metro wagons <i>R.A. Gorb, V.A. Doroshenko</i>	34
Intellectual property for science and industry	
● Features of patent protection in the European Union. <i>I.V. Bernadskaya</i>	37
Personnel training	
● The skill is confirmed by the victory!	40
In memory of B.E. Paton	
● Academician Boris Paton: "... It's like climbing a high peak. You begin to see what previously was not available to the look"	42
● Throne for B.E. Paton	47
Contribution of the E.O. Paton EWI in scientific and technological progress.	
In memory of the B.E. Paton	
● Welding and related technologies – for combat rocketry. Part 3. Extension of the power of the combat strategic missile of the first generation. <i>L.M. Lobanov, A.N. Kornienko</i>	48
All for welding. Trading row	54

 Свидетельство о регистрации
 КВ № 21846-11746 ПР от 22.01.2016

Учредители Институт электросварки им. Е. О. Патона НАНУ, Общество с ограниченной ответственностью «Технопарк ИЭС им. Е. О. Патона»

Издатель Научно-технический комплекс «ИЭС им. Е. О. Патона» НАНУ

Информационная поддержка: Общество сварщиков Украины Журнал «Автоматическая сварка» Национальный технический университет Украины «КПИ»



Главный редактор В. Д. Позняков

Зам. главного редактора В. Г. Абрамишвили

Редакционная коллегия В. А. Белинский, Ю. К. Бондаренко, А. В. Вавилов, В. М. Демченко, В. М. Илюшенко, Г. И. Лашенко, О. Г. Левченко, В. М. Литвинов, Л. М. Лобанов, А. А. Мазур, В. И. Панов, П. П. Проценко, С. В. Пустановит, И. А. Рязцев, А. А. Сливинский

Редакционный совет С. Ю. Максимов (председатель), И. В. Кривцун, В. Н. Проскудин, Н. В. Высоколян, П. А. Косенко, М. А. Лактионов, Я. И. Микитин

Редактор В. Г. Абрамишвили

Верстка В. Г. Абрамишвили

Адрес редакции 03150, Киев, ул. Антоновича, 62 Б, 03150, Киев, а/я 337

Тел./факс +380 44 200 80 14

E-mail welder.kiev@gmail.com

URL http://www.welder.stc-paton.com/

Представительство в Беларуси Минск, УП «Белгазпромдиагностика» А. Г. Стешиц +375 17 210 2448, ф. 205 0868

Представительство в России Москва, ООО «Специальные сварочные технологии» В. В. Сипко +7 903 795 18 49 e-mail: ctt94@mail.ru

За достоверность информации и содержание рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели. Мнение авторов статей не всегда совпадает с позицией редакции. Рукописи не рецензируются и не возвращаются. Редакция оставляет за собой право редактировать и сокращать статьи. Переписка с читателями — только на страницах журнала. При использовании материалов в любой форме ссылка на «Сварщик» обязательна.

Подписано в печать 17.02.2021. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная. Бумага офсетная. Гарнитура PetersburgC. Усл. печ. л. 5,0. Уч.-изд. л. 5,2. Зак. № 37747 от 15.02.2021. Тираж 900 экз. Печать: ЧП «ИТЕК СЕРВИС», 2021. Киев, ул. Шахтерская, 9. Тел./ф. (044) 591 1012, 591 1013.

© НТК «ИЭС им. Е. О. Патона» НАНУ, 2021

Подписка-2021
на журнал «Сварщик»
в каталоге «Укрпочта»
Подписной индекс
22405

К вопросу оптимизации температурных полей при послойном формировании ответственных изделий из сплавов на основе титана.

А.С. Миленин, Е.А. Великоиваненко, Г.Ф. Розынка, С.С. Козлитина, Н.И. Пивторак

Рассмотрены характерные технологические задачи оптимизации температурных полей в изделиях из титановых сплавов при их послойном формировании. В частности, разработан подход по снижению общего перегрева металла изделия путём обеспечения естественной диссипации избыточной тепловой энергии в окружающую среду. На примере отечественной технологии электронно-лучевого формирования xBeam 3D Metal Printer показан порядок использования предложенных подходов, обеспечивающих качественное формирование валиков при производстве балочных и цилиндрических конструктивных элементов из титанового сплава ВТ1.

Обзор зарубежного опыта технологий получения алюминиевых сплавов и изготовления из них сварных транспортных конструкций. Часть 2.

Т.М. Лабур, О.К. Маковецкая

Рассмотрена динамика развития технологических процессов производства алюминия и его сплавов, которые сегодня существенно заполнили мировой рынок товаров и используются во многих отраслях современного машиностроения. Традиционно используются конструкционные материалы на алюминиевой основе в летательных аппаратах, в частности в военных, пассажирских и грузовых самолетах, а также в изделиях ракетно-космической техники. Особый статус алюминиевые сплавы получили в конструкциях транспортных средств (автомобилестроении, вагоностроении), речном и морском судостроении, а также гражданском и промышленном строительстве.

Газокислородные резаки ФЛЦ-РК и ФЛЦ-РКФ для резки прибылей крупного литья.

В.М. Литвинов, Ю.Н. Лысенко

Разработан резак специального назначения ФЛЦ-РК, учитывающий тяжелые условия работы при газокислородной резке прибылей литья и лома толщиной до 500 мм. Резак используют при частом включении и выключении режущего кислорода, и он имеет для этих целей рычажный клапан без фиксации его положения. Разработан также резак ФЛЦ-РКФ, который используют как при частом включении и выключении режущего кислорода, так и при длительном его включении, он имеет для этих целей рычажный клапан с фиксацией его положения. Приведены технические характеристики резаков, описаны их устройство и работа, представлены чертежи основных узлов и деталей, имеющих расчетные каналы. На конкретных примерах показана работа резаков.

О необходимости активизации инноваций в промышленности и сварочном производстве. Часть 1. Промышленность.

Г.И. Лашенко

Показано, что негативные тенденции, наблюдаемые в украинской экономике в последнее десятилетие, связаны с падением промышленного производства, преобладанием экспорта сырья и продукции с низкой добавленной стоимостью. Сделан вывод о необходимости активизации инновационной деятельности в перерабатывающей промышленности. В качестве основного инструмента для продуцирования инноваций должны использоваться стартапы, созданные по методологии Lean Startup. Финансирование указанных структур может и должно осуществляться за счет государства (на первых этапах), предпринимателей и спонсоров. Высказанные предположения целесообразно использовать при разработке Стратегии развития украинской промышленности.

Система КПД газовых печей для термообработки сварочных электродов.

Е.П. Шелепов

Рассмотрены два варианта тепловых балансов печи – полный, учитывающий теплоту фазового превращения, содержащуюся в водяном паре, и котельно-печной, не учитывающий эту теплоту. Для каждого из них подсчитаны 6 различных видов КПД в зависимости от подходов, определяющих полезную и затраченную мощности. Показано, что расходы топлива для обоих балансов одинаковы, а КПД, подсчитанный по методике котельно-печного теплового баланса, дает завышенную оценку энергоэффективности печи.

До питання оптимізації температурних полів при пошаровому формуванні відповідальних виробів зі сплавів на основі титану.

А.С. Міленін, Е.А. Великоиваненко, Г.Ф. Розинка, С.С. Козлітіна, Н.І. Півторак

Розглянуто характерні технологічні завдання оптимізації температурних полів у виробках з титанових сплавів при їх пошаровому формуванні. Зокрема, розроблено підхід щодо зниження загального перегріву металу виробу шляхом забезпечення природної диссипації надлишкової теплової енергії в навколишнє середовище. На прикладі вітчизняної технології електронно-променевого формування xBeam 3D Metal Printer показаний порядок використання запропонованих підходів, що забезпечують якісне формування валиків при виробництві балкових і циліндричних конструктивних елементів з титанового сплаву ВТ1.

Огляд зарубіжного досвіду технологій отримання алюмінієвих сплавів і виготовлення з них зварних транспортних конструкцій. Частина 2.

Т.М. Лабур, О.К. Маковецкая

Розглянуто динаміку розвитку технологічних процесів виробництва алюмінію та його сплавів, які сьогодні істотно заповнили світовий ринок товарів і використовуються в багатьох галузях сучасного машинобудування. Традиційно використовуються конструкційні матеріали на алюмінієвій основі в летальних апаратах, зокрема у військових, пасажирських і вантажних літаках, а також у виробках ракетно-космічної техніки. Особливий статус алюмінієві сплави отримали в конструкціях наземних транспортних засобів (автомобілебудуванні, вагонобудуванні) та річковому і морському суднобудуванні, а також цивільного і промислового будівництва.

Газокисневі різакі ФЛЦ-РК і ФЛЦ-РКФ для різання прибутків великого лиття.

В.М. Литвинов, Ю.М. Лисенко

Розроблено різак спеціального призначення ФЛЦ-РК, що враховує важкі умови роботи при газокисневому різанні прибутків лиття та брухту товщиною до 500 мм. Різак використовують при частому включенні і виключенні ріжучого кисню, і він має для цих цілей важільний клапан без фіксації його положення. Розроблено також різак ФЛЦ-РКФ, який використовують як при частому включенні і виключенні ріжучого кисню, так і при тривалому його включенні, він має для цих цілей важільний клапан з фіксацією його положення. Наведено технічні характеристики різаків, описані їх пристрій і робота, представлені креслення основних вузлів і деталей, що мають розрахункові канали. На конкретних прикладах показана робота різаків.

Про необхідність активізації інновацій в промисловості і зварувальному виробництві. Частина 1. Промисловість.

Г.І. Лашенко

Показано, що негативні тенденції, що спостерігаються в українській економіці в останнє десятиліття, пов'язані з падінням промислового виробництва, переважанням експорту сировини і продукції з низькою доданою вартістю. Зроблено висновок про необхідність активізації інноваційної діяльності в переробній промисловості. В якості основного інструменту для продукування інновацій повинні використовуватися стартапи, створені за методологією Lean Startup. Фінансування зазначених структур може і повинно здійснюватися за рахунок держави (на перших етапах), підприємців та спонсорів. Висловлені припущення доцільно використовувати при розробці Стратегії розвитку української промисловості.

Система ККД газових печей для термообробки зварувальних електродів.

Є.П. Шелепов

Розглянуто два варіанти теплових балансів печі - повний, що враховує теплоту фазового перетворення, що міститься у водяному парі, і котельно-печний, що не враховує цю теплоту. Для кожного з них підраховані 6 різних видів ККД в залежності від підходів, що визначають корисну і витрачену потужності. Показано, що витрати палива для обох балансів однакові, а ККД, підрахований за методикою котельно-печного теплового балансу, дає завищену оцінку енергоефективності печі.

Георгию Ивановичу Лашенко – 80 лет!



24 апреля 2021 г. исполнилось 80 лет известному специалисту в области сварки, канд. техн. наук, академику Украинской академии наук Георгию Ивановичу Лашенко.

После окончания в 1961 г. Днепропетровского сварочного техникума Г.И. Лашенко был направлен на работу в ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ, где проработал до 1975 г. в отделе технологии сварки газо- и нефтепроводных труб. Непосредственно участвовал в разработке и внедрении в производство оригинальных технологий сварки труб большого диаметра для магистральных трубопроводов, защищенных авторскими свидетельствами на изобретение. Без отрыва от производства в 1975 г. окончил КПИ по специальности «Технология и оборудование сварочного производства».

С 1975 по 2004 г. Георгий Иванович работал во Всеукраинском проектно-конструкторском (с 1992 г. – Украинский конструкторско-технологический) институте сварочного производства, где прошел путь от завсектором до 1-го заместителя гендиректора по научной работе.

Под его руководством и при непосредственном участии были разработаны технологии изготовления высокоточных сварных конструкций для машиностроения, средства комплексной механизации и автоматизации сварочного производства, энергосберегающие технологии послесварочной обработки сварных конструкций, комплексы дуговой и контактной сварки. По этим материалам он подготовил и защитил кандидатскую диссертацию. Указанные разработки, выполненные с участием

Г.И. Лашенко, использовались и используются в различных отраслях промышленности.

Г.И. Лашенко принимал активное участие в подготовке специалистов сварочного производства, работая по совместительству завфилиалом кафедры электросварочных установок сварочного факультета НТУУ «КПИ им. Игоря Сикорского». Ему присвоено ученое звание доцента.

Многие годы входил в состав редколлегии журнала «Сварочное производство». В настоящее время является активным членом редколлегии журнала «Сварщик». Он автор более 200 научных работ, в т. ч. 15 монографий и книг, 29 авторских свидетельств и патентов на изобретение. Георгий Иванович пользуется заслуженным авторитетом среди специалистов сварочного производства.

Он отзывчивый товарищ и внимательный собеседник.

Награжден орденами и медалями СССР, почетным знаком им. Николая Бенардоса, учрежденным Обществом сварщиков Украины.

В настоящее время он работает научным консультантом в НТК «ИЭС им. Е.О. Патона» НАНУ, НПФ «ВИСП» и экспертом Общества сварщиков Украины.

Сердечно поздравляем Георгия Ивановича Лашенко со славным юбилеем, желаем ему доброго здоровья, долголетия, благополучия, творческих успехов и удачи во всех начинаниях!

Общество сварщиков Украины,
ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ,
НТК ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ,
Редакция и редколлегия журнала «Сварщик»

●#1997

Эдуарду Феофиловичу Гарфу – 80!



16 мая 2021 г. исполняется 80 лет известному специалисту в области прочности сварных конструкций доктору техн. наук, лауреату Госпремии Украины в области науки и техники, Премии им. Академика М.С. Будникова Академии строительства Украины Эдуарду Феофиловичу Гарфу.

После окончания в 1962 г. Киевского инженерно-строительного института по специальности «Промышленное и гражданское строительство» его трудовая деятельность навсегда связана с ИЭС им. Е.О. Патона, где он прошел путь от инженера до завотделом новых конструктивных форм сварных сооружений и конструкций. Основное направление научной деятельности – исследование прочности сварных конструкций и разработка на этой основе методов расчета их узловых соединений.

В 1970 г. Э.Ф. Гарф защитил кандидатскую, а в 1987 г. – докторскую диссертацию, после защиты которой возглавил отдел и был его руководителем в течение двадцати лет.

Выполненные Э.Ф. Гарфом исследования стержневых конструкций с использованием прямоугольных и квадратных сварных гнутых профилей стали научной основой для создания высокоэкономичных ферм для промышленных сооружений.

Особо следует отметить разработки, связанные с соз-

данием решетчатых конструкций из цилиндрических труб, исследованием их прочности при статическом и циклическом нагружении. Разработанные методики расчета таких конструкций вошли в нормативные документы по проектированию морских стационарных платформ для добычи нефти и газа и воплощены при строительстве платформ на шельфах Каспийского, Азовского и Черного морей, а также при строительстве покрытий стадионов.

Э.Ф. Гарф автор более 150 научных трудов. Награжден Почетными грамотами Президиума Верховного совета Украины и Президиума НАНУ.

В настоящее время Э.Ф. Гарф занимается исследованиями прочности ответственных сварных конструкций, которые длительное время эксплуатируются и исчерпали свой плановый ресурс, с целью возможности продления срока их эксплуатации.

Поздравляем Эдуарда Феофиловича со славным юбилеем и от всей души желаем ему крепкого здоровья, долголетия, благополучия, новых творческих успехов и плодотворной деятельности!

Общество сварщиков Украины,
ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ,
НТК ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ,
Редакция и редколлегия журнала «Сварщик»

●#1998

Космічні розробки КПІ – це серйозні проєкти, які потрібно розвивати

КПІ 17 березня 2021 р. відвідала делегація Державного космічного агентства та МОН України у складі Володимира Тафтаєва – голови ДКАУ, Едуарда Кузнєцова – радника голови ДКАУ, Володимира Міхеєва – заступника голови ДКАУ та Миколи Кизима – першого заступника міністра освіти і науки України. З гостями зустрілися Михайло Згуровський – ректор університету, Михайло Ільченко – голова Вченої ради, Віталій Пасічник – проректор з наукової роботи, Юрій Сидоренко – в.о. директора ІМЗ ім. Є.О. Патона, Сергій Пуха – головний конструктор КБ «Шторм», Борис Рассамакін – завідувач лабораторії сотопанельних конструкцій та наносупутникових технологій та ін.

Відбулося обговорення перспектив співпраці, що стосувалося включення розробок КПІ ім. Ігоря Сікорського до Космічної програми України, зокрема виведення на орбіту мікросупутника PolyITAN-3 та створення угруповання супутників для дистанційного зондування Землі. Учасники зустрічі переглянули відеофільм «КПІ. Підкорення космосу». Ю. Сидоренко презентував Космічну програму університету, яка передбачає створення, запуск та дослідження малих космічних апаратів, проектування та здійснення проєктів супутникових телекомунікацій, розробку та впровадження компонентів і пристроїв космічної техніки різного функціонального призначення. А. С. Пуха представив проєкт угруповання з 6-8 мікросупутників для одночасного перебування на навколоземній орбіті і передачі даних з роздільною здатністю до 1 м. Наявність таких апаратів сприятиме вирішенню широкого спектру завдань в інтересах економіки та силових структур.

Під час обговорення М. Згуровський зазначив: «Ми подали на розгляд ДКАУ 27 пропозицій і зацікавлені, щоб наші науковці ввійшли в команди, які створюють ті чи інші українські проєкти». У ході зустрічі йшлося про те, що востаннє супутник дистанційного зондування Землі Україна запустила 10 років тому. Нині, до кінця 2021 р., є можливість вивести в космос апарат дистанційного зондування Землі «Січ 2-1», розроблений КБ «Південне». Було б доцільно одночасно запустити і розробку політехніків – PolyITAN-3, який уже буде готовий. «Додаткова маса в 4 кг для виведення в космос суттєвого значення не матиме, – розмірковував М. Згуровський, – але для України це значуще, адже в космосі буде два супутника різного класу. Це і політично важливо, і важливо для розробників, які цим займаються. До цього ми запускали апарати в космос без участі Агентства. А це не дуже правильно, ми ж в Україні працюємо, і хотілося б, щоб разом це все відбувалося».

На що В. Тафтаєв відповів: «КПІ – легендарний, без усякого перебільшення, заклад освіти. З огляду на презентації, ваші можливості, робота, яку ви провели, – абсолютно вражають. Не можу згадати будь-якого аналогічного прикладу в Україні, щоб хоч якось порівняти з КПІ, це велика заслуга ваших науковців. Рівень технології, яку ви маєте, дозволяє мені абсолютно відповідально говорити

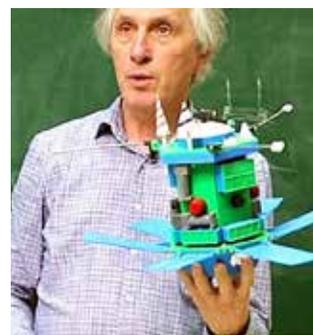
про те, що ми розглядаємо можливість включення проєктів КПІ до Космічної програми на тому ж рівні, як і пропозиції інших спеціалізованих підприємств космічної галузі».

У ході розмови ректор наголосив, що в Україні створено замкнутий цикл розробки і виведення в космос мікросупутників, які мають переваги перед звичайними апаратами: вони меншої маси, зручні при виведенні на орбіту, можуть виконувати ті самі функції. «Ми приєднуємося до світового тренду щодо створення такого класу супутників, – поінформував М. Згуровський. – Йдеться не лише про PolyITAN-3, в КПІ розробляється низка мікросупутників з різними функціоналами під ті завдання, які будуть ставитися перед наукою, обороною і безпекою. Ми зможемо створювати і виводити в космос такі апарати. Пропонуємо розглядати наш майданчик як частину космічного майданчика України, давайте робити хороші речі разом».

Своїм баченням подальшого розвитку співпраці поділився і В. Тафтаєв: «Ми надали пропозиції щодо включення проєкту запуску 6-и мікросупутників, про які йшлося в презентації, до Космічної програми. Мені здається, що це дуже серйозний проєкт, абсолютно реальна перспектива, яка має сенс для реалізації в економічному і технічному плані. Щодо PolyITAN-3, ми обов'язково реалізуємо цей проєкт. Найближчим часом зможемо спланувати додатковий візит і оглянути лабораторії, де виробляються оптичні сканери. Проєкти КПІ, які нам потрібно розвивати, мають скласти основу космічного сузір'я супутників України».

«КПІ можна назвати компанією-лідером, – яка виготовляє серйозні прилади з адекватним рівнем ціни. Тому це дуже цікаве партнерство для розвитку космічної галузі і космічної діяльності в Україні. Той факт, що ви маєте можливість створювати апарати такого формату і з такими характеристиками, є дуже оптимістичним сигналом, що Україна не тільки підтримує, вона і дуже активно розвиває космічні технології».

Підсумовуючи, сторони домовилися, що КПІ надасть ДКАУ більш детальну інформацію, на базі якої буде напрацьовано можливість здійснення всіх необхідних заходів для запуску PolyITAN-3. Очільник ДКАУ також подякував МОН України за підтримку проєктів, які дають змогу КПІ провадити важливі розробки і розвивати космічний напрям. М. Кизим прокоментував: «Те, що робить сьогодні КПІ, це прорив у космічній програмі України. Тут є відповідні напрацювання й успішний досвід створення апаратів. Ми в міністерстві будемо підтримувати цей напрям».



К вопросу оптимизации температурных полей при послойном формировании ответственных изделий из сплавов на основе титана

А.С. Миленин, д. т. н., **Е.А. Великоиваненко**, к. ф.-м. н., **Г.Ф. Розынка**,
С.С. Козлитина, **Н.И. Пивторак**, ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ (Киев)

Рассмотрены характерные технологические задачи оптимизации температурных полей в изделиях из титановых сплавов при их послойном формировании. В частности, разработан подход по снижению общего перегрева изделия путем обеспечения естественной диссипации избыточной тепловой энергии в окружающую среду. На примере отечественной технологии электронно-лучевого формирования xBeam 3D Metal Printer показан порядок использования предложенных подходов, обеспечивающих качественное формирование слоев при производстве балочных и цилиндрических конструктивных элементов из титанового сплава ВТ1.

В настоящее время наблюдается широкое распространение различных технологий пространственного послойного формирования, используемых для производства ответственных конструктивных элементов из металлов, полимеров, керамики. В частности, для получения тонкостенных или разнотолщинных металлических деталей, а также конструкций со сложной геометрией, применяются технологии многопроходной наплавки расплавленным металлом, что позволяет существенно сократить потери металла в стружку при использовании традиционных методов фрезерования. Такой подход также является альтернативой сварочных процессов, что позволяет в определенной мере снизить остаточные деформации в конструкции, вызванные естественными процессами усадки металла в области сварного шва.

Практическое внедрение подобных технологий для получения ответственных деталей и конструктивных элементов сопряжено с рядом объективных сложностей, таких как низкая производительность, дороговизна оборудования, энергоемкость. Кроме того, для получения продукции высокого качества для управляемого технологического цикла необходимо выбрать оптимальные параметры. Большинство технологий рассматриваемого класса отличается высокой управляемостью и широкими возможностями оптимизации, что позволяет решать различные производственные задачи. Так, при производстве тонкостенных металлических

конструкций посредством послойного формирования одной из задач оптимизации является обеспечение благоприятного температурного поля в области наплавки слоев жидкого металла, а именно, конструкция должна быть достаточно прогретой для качественного сплавления слоев, но при этом не должно быть перегрева области формирования конструкции и избыточной текучести металла. Эта задача осложняется тем, что в процессе наплавки происходит постепенное накопление избыточного тепла, которое не успевает уйти в оснастку или окружающую среду (что особенно актуально для технологий наплавки в условиях вакуума, когда отсутствует конвективный сток тепла в атмосферу). Этого негативного эффекта можно избежать постепенным уменьшением вложения тепла, т.е. изменением погонной энергии источника (его мощности или скорости перемещения). Но такая технологическая процедура неизбежно связана со сложностями обеспечения квазистационарности процесса производства и адекватных условий расплавления присадочного материала. Для решения этой задачи в рамках данной работы предложен новый метод оптимизации температурного состояния балочных и цилиндрических тонкостенных конструкций в процессе их послойного формирования на примере отечественной технологии xBeam 3D Metal Printer (ЧАО «НВО «Червона Хвиля»).

Основная идея разработанного подхода заключается в том, что наплавка формирующего слоя в процессе производства происходит при идентичных условиях тепловложения, которое обеспечивает эффективное расплавление присадочного материала и достаточный сопутствующий нагрев наплавляемой поверхности. Избыточное тепло при этом отводится посредством естественной диссипации при временной задержке Δt между наплавкой каждого последующего слоя, что позволяет реализовать простой подход к стабилизации температурного поля. Такой алгоритм применим в случае, например, наплавки стенки на массивную подложку, что является достаточно распространенным конструктивным образцом при разработке конкретной технологии производства. Для определения

оптимального периода задержки между наплавкой каждого из формирующих слоев использовались методы математического моделирования кинетики температурного поля $T(x,y,z)$ в изделии с учетом технологических особенностей конкретной производственной линии. Так, для численного анализа кинетики температурного поля от времени t конечно-разностным методом решалось трехмерное нестационарное уравнение теплопроводности в следующем виде:

$$c\gamma(T)\frac{\partial T}{\partial t} = \nabla[\lambda(T)\nabla T], \quad (1)$$

где $c\gamma$, λ – удельная теплоемкость и теплопроводность материала, соответственно, как функции от текущей температуры.

Граничные условия, необходимые для решения задачи (1), зависят от природы стока тепла с поверхности изделия. Так, в области контакта с технологической оснасткой сток тепла может быть описан законом Ньютона, тогда как свободная поверхность характеризуется дополнительным вложением энергии с наплавляемого торца изделия в случае расположения там источника нагрева. Таким образом, граничные условия для решения задачи теплопроводности в рассматриваемом случае имеют следующее математическое выражение:

$$-\lambda(T)\frac{\partial T}{\partial n} = \begin{cases} \alpha_T(T - T_C), & \text{в области контакта} \\ & \text{с оснасткой} \\ \varepsilon\sigma_{SF}(T^4 - T_C^4) + \alpha_T(T - T_C) - q, & \text{на свободных} \\ & \text{поверхностях} \end{cases}, \quad (2)$$

где n – нормаль к поверхности; α_T – коэффициент теплоотдачи; T_C – температура окружающей среды; ε – степень черноты материала; σ_{SF} – константа Стефана-Больцмана; q – тепловой поток от источника нагрева.

Более подробно математические модели и порядок численных исследований изложены в работах [1, 2].

Данный подход был апробирован на примере технологии xBeam 3D Metal Printer [3], в рамках которой реализован принцип электронно-лучевого расплавления присадочной проволоки через специальный механизм подачи (рис. 1). Это позволяет минимально перегревать присадочный металл и производить тонкостенные конструкции с необходимостью незначительной финишной обработки. Применительно к наплавке лабораторного образца в виде балки таврового профиля (рис. 2, а) из титанового сплава ВТ1 параметры источника нагрева приведены в табл. 1, размеры изделия следующие: $L = 70$ мм, $W = 30$ мм, $\delta_1 = 8$ мм, $\delta_2 = 3,2$ мм, высота наплавленного слоя 0,8 мм (рис. 2, б). Как показали результаты численных исследований, для обеспечения одинаковых температурных циклов на разных этапах наплавки (порядкового номера наплавочного слоя), период задержки Δt должен отвечать



Рис. 1. Схема объединенного узла нагрева и подачи присадочного материала, используемого в xBeam 3D Metal Printer

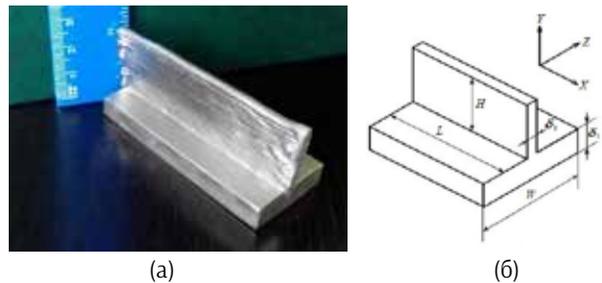


Рис. 2. Внешний вид (а) и схема (б) балочного образца таврового профиля, полученного методом послойного формирования расчетной зависимости, приведенной на рис. 3.

Предложенный подход является достаточно универсальным для решения более сложных технологических задач. В частности, определенный практический интерес представляет получение метода-

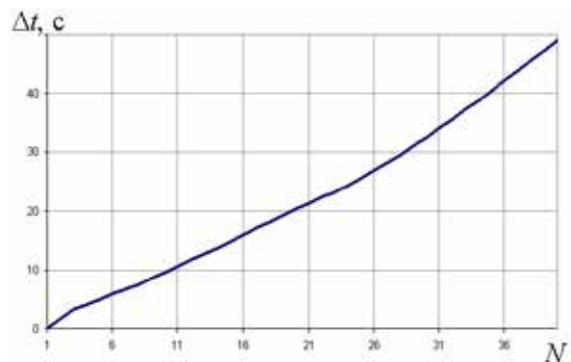


Рис. 3. Зависимость временных интервалов Δt между наплавкой слоев разнородной Ti-Al балочной конструкции от порядкового номера слоя N

ми послойного формирования разнородных по высоте конструкций как альтернатива сварке. Известно, что получение разнородных соединений сваркой плавлением ограничено для большого количества пар металлов по причине их незначительной взаимной растворимости, склонности к образованию интерметаллидных включений и соответствующего снижения эксплуатационных качеств конструкции [4]. В частности, к таким парам металлов относятся титан и алюминий, разнородные конструкции из которых получили распространение в авиастроении. Существенная разница в температурах плавления титана (1668 °С) и алюминия (660 °С) позволяет реализовать для их неразъемного соединения метод сваркопайки. Суть этого метода заключается в том, что под действием источника нагрева металл с более высокой температурой плавления остается твердым, а металл с более низкой температурой плавления определенное время находится в жидком состоянии, образуя сварнопаяный контакт. Это позволяет снизить максимальные температуры нагрева поверхности контакта жидкого и твердого металлов, уменьшив тем самым риск образования интерметаллидных включений. Требования оптимизации температурного поля в разнородном контакте формально описываются температурно-временными зависимостями латентного периода интерметаллидообразования.

Исходя из сказанного, можно сделать вывод о том, что при соответствующей оптимизации температурного поля в процессе послойного формирования разнородной конструкции, возможно достичь таких условий, при которых гарантируется высокое качество не только однородных по высоте частей, но и разнородного перехода. В качестве примера был рассмотрен аналогичный балочный образец таврового профиля, но для случая, когда половина по высоте стенки тавра изготавливается из титанового сплава ВТ1, другая половина – из алю-

миния. При этом, для обеспечения сплавления последнего слоя титана с первым слоем алюминия без образования интерметаллидных включений необходимо гарантировать, что время контакта твердого титана и жидкого алюминия не будет превышать величины латентного периода интерметаллидообразования, характерного для данной температуры (рис. 4) [5]. Как показали результаты расчетов, оптимизация периода задержки между наплавкой слоев Δt позволяет получить благоприятную кинетику температурного поля как при формировании однородных частей изделия, так и при получении разнородного контакта (рис. 5).

Изложенный подход применим для конструкций, формирование которых происходит посредством наложения определенного числа отдельных слоев. Но для деталей цилиндрической или сферической формы (рис. 5) такой технологический прием не является рациональным, т. к. связан с необходимостью прерывать витки наплавки в области остановки процесса на время задержки. Это приведет к локальной неоднородности конструкции и повышенной склонности к формированию дефектности. В этом случае в качестве альтернативы может быть использован метод, предполагающий одновременное пропорциональное изменение мощности источника нагрева и скорости его перемещения вдоль наплавляемой детали (и соответствующее изменение скорости подачи присадочной проволоки) с сохранением постоянной погонной энергии. Это позволит сохранить температурные условия формирования каждого валика, но при этом скорость прохождения каждого из витков при наплавке может быть различной, что может характеризовать искомое время задержки, необходимое для естественной диссипации избыточной тепловой энергии.

В качестве примера реализации такого подхода были проведены расчеты кинетики температурного поля при послойном формировании изделий цилиндрической формы (диаметр $D = 300$ мм, размер поперечного сечения валика $2,5 \times 1,0$ мм, погонная энергия $Q_n = 2000$ Дж/см) согласно технологи-

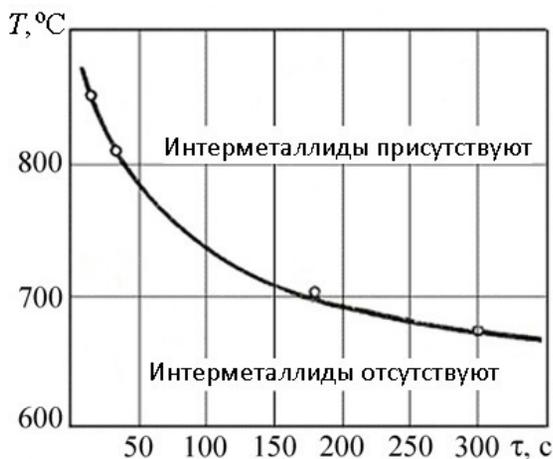


Рис. 4. Температурная зависимость времени латентного периода формирования интерметаллидов при поверхностном контакте титана и алюминия [5]

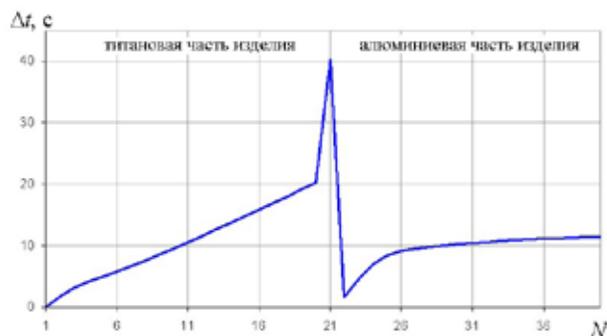


Рис. 5. Зависимость временных интервалов Δt между наплавкой слоев разнородной Ti-Al балочной конструкции, позволяющих получить качественное сплавление слоев, от порядкового номера слоя N

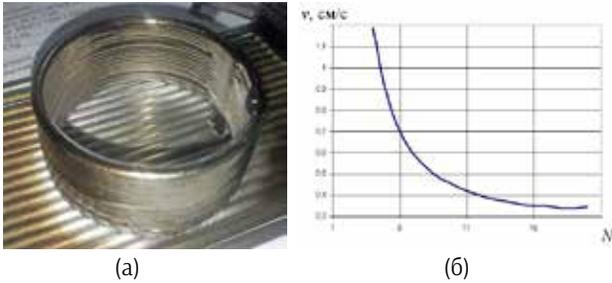


Рис. 6. Внешний вид цилиндрического изделия, полученного методом послойного формирования (а) и оптимизированная зависимость скорости наплавки v от порядкового номера витка формирующего валика N ($D = 300$ мм, размер валика $2,5 \times 1,0$ мм, погонная энергия $Q_n = 2000$ Дж/см) (б)

Таблица 1. Технологические параметры процесса многослойного формирования лабораторного образца из титанового сплава

Параметр	Значения
Ускоряющее напряжение	15 кВ
Ток электронного луча	300 мА
Мощность электронного луча	4,5 кВт
Скорость подачи расходного материала	14 мм/с
Скорость перемещения подложки по оси X	14 мм/с

ским параметрам, приведенным в *табл. 1* (*рис. 6, а*). Оптимизированные зависимости скорости наплавки от порядкового номера витка формирующего валика показаны на *рис. 6, б*. Как видно из приведенных результатов, обеспечение стационарных температурных условий формирования изделий рассматриваемой формы требует сложного контролируемого изменения условий тепловложения.

Исходя из изложенного выше можно сделать следующие выводы:

1. Рассмотрена характерная задача обеспечения благоприятного температурного состояния тонкостенных изделий из сплавов на основе титана в процессе их послойного формирования. Предложен подход по снижению общего перегрева изделия путем обеспечения естественной диссипации избыточной тепловой энергии в окружающую среду при периодической остановке процесса наплавки жидкого металла, разработаны соответствующие критерии оптимизации данного технологического параметра.

2. На примере послойного формирования балочных конструкций таврового профиля из титанового сплава ВТ1 с помощью технологии xBeam 3D Metal Printer исследовано влияние характера теплового воздействия и расчетного времени задержки перед наплавкой каждого из формирующих слоев на стационарность температурного поля. Показано, что при оптимизации времени задержки возможно компенсировать избыточное накопление тепла в изделии и достичь благоприятных температурных условий формирования изделия.

3. Показана применимость данного технологического приема для получения методом послойно-

го формирования разнородных изделий. На примере балочной конструкции, состоящей из титановой и алюминиевой частей, показано, что варьирование времени задержки перед наплавкой каждого слоя позволяет не только достичь требуемых условий формирования однородных частей изделия, но и реализовать механизм сваркопайки в разнородном переходе, избежав, таким образом, формирования вредных интерметаллидных включений.

4. Для случая цилиндрических конструктивных элементов, для которых нерационально производить остановку процесса наплавки формирующего валика, предложен подход, заключающийся в варьировании скорости и мощности нагрева при неизменной погонной мощности источника. Показано, что таким образом можно изменять время прохождения каждого витка наплавки и достигать достаточной степени диссипации избыточной тепловой энергии в окружающую среду.

Литература

1. Milenin O.S., Velikoivanenko O.A., Kozlitina S.S., Kandala S.M., Babenko A.E. Numerical prediction of the state of beam products of different thickness during layer-by-layer electron beam surfacing. // The Paton Welding Journal. – 2020. - Vol. 1. – P. 14–23.
2. Makhnenko O.V., Milenin A.S., Velikoivanenko E.A., Pivtorak N.I., Kovalchuk D.V. Modelling of temperature fields and stress-strain state of small 3D sample in its layer-by-layer forming. // The Paton Welding Journal. – 2017. – Vol.3. – P. 7–14.
3. Ковальчук Д.В., Мельник В.И., Мельник И.В. Новые возможности аддитивного производства с технологией xBeam 3D Metal Printing. / Сб. трудов 8-й международной конференции «Лучевые технологии в сварке и обработке материалов»/. – Киев: ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ, 2017. – 51 с.
4. Darwish S.M. Analysis of weld-bonded dissimilar materials. // International Journal of Adhesion & Adhesives. – 2004. – Vol. 24. – P. 347-354.
5. Металлургия и технология сварки титана и его сплавов. / Под ред. В.Н. Замкова / – Киев: «Наукова Думка», 1986. – 240 с.

●#2000

Восстановление сваркой уникальных базовых деталей промышленного оборудования

В промышленном комплексе Украины и России более 70 % уникального металлургического, горно-обогатительного, кузнечно-прессового и другого технологического оборудования изготовлено в 1980 гг. XX столетия и эксплуатируется более 35 лет. Истечение назначенного срока службы, интенсивная эксплуатация, конструкторские и монтажные ошибки приводят к закономерному выходу из строя базовых деталей этих машин. Основной вид отказа – усталостное разрушение в наиболее нагруженных и несущих узлах со сложными сечениями и повышенной концентрацией напряжений. Общеизвестно, что поддержание работоспособности металлоконструкций представляется возможным на основе использования сварочных технологий.

Как правило, базовые детали такого оборудования, работающего в условиях динамического нагружения, изготавливаются из литых углеродистых сталей (0,3-0,5% С) в литом или литосварном вариантах, из поковок в ковном или ковано-сварном вариантах. Это могут быть сварные металлоконструкции из толстолистового низколегированного проката повышенной или высокой прочности. Сложные базовые детали редукторов отливаются из конструкционных серых чугунов.

На основании нашего многолетнего опыта и принимая во внимание такой спектр применяемых конструкционных материалов, характеризующихся ограниченной или неудовлетворительной свариваемостью, накопленные необратимые структурные и механические макро и микроповреждения металла, связи в закреплениях, толщины стенок (40-350 мм), пространственные положения мест разрушения, утверждаем, что использование технологий изготовительной сварки в ремонтных целях не результативно и снижает шансы на восстановление работоспособности в проектном режиме хоть на какой-то прогнозируемый период времени.

Институт электросварки предлагает научно-обоснованные разработки, направленные на продление ресурса базовых деталей уникального оборудования. Ученые и специалисты Института оказывают услуги в разработке технических решений и технологических процессов в ремонтной сварке.

В рамках оказываемых услуг Институт командировывает своих специалистов для оценки фактического состояния ремонтируемого объекта, установления причин отказа, осуществления неразрушающего контроля, отбора проб металла для комплексных исследований. Выполняет анализ состояния металла и конструкции в целом, дает заключение о ремонтно-пригодности базовой детали и только после этого разрабатывает технологический процесс его восстановления. Разработка технологических рекомендаций и процесса ремонтной сварки базируется на моделировании технических приемов выполнения восстановительных работ. При этом производится выбор наиболее оптимального, для каждого конкретного изделия и условий выполнения работ, спо-

соба удаления дефектов и формирования кромок сварного соединения, а также процесса сварки, сварочных материалов и метода неразрушающего контроля ремонтных соединений. С учетом этого разрабатывается технологический процесс проведения ремонта, производится обучение рабочего персонала и формируются специализированные ремонтные бригады. После выполнения ремонтных работ дается заключение о техническом состоянии восстановленной конструкции и рекомендации по ее обследованию при последующей эксплуатации. В процессе восстановления конструкции специалистами Института электросварки осуществляется авторский надзор за ходом выполнения ремонтных работ.

Затраты на восстановление базовых деталей не превышает 35% от их первоначальной стоимости. После ремонта оборудование может эксплуатироваться в проектном режиме.

Применение механизированной сварки для восстановления работоспособности деталей из чугунного литья

Пример 1. Ремонт средней части чугунного корпуса редуктора А-1100 главного привода эскалатора ЭМ-5.

- Габаритные размеры 2400x700x700 мм. Масса 2 т. Материал – чугун СЧ-20.
- Толщина стенок в сечениях, подлежащих сварке, 40-80 мм.

Причина поломки – ошибка при монтаже, нештатная ситуация.

Принятое решение – ремонтная сварка по принципу изготовления лито-сварной конструкции, длина швов – более 5 м.



Пример 2. Ремонт основания редуктора главного привода эскалатора ЭТ30.

- Габаритные размеры 2700x400x400 мм. Масса 1,5 т. Материал – чугун СЧ-20.
- Толщина стенки 20-60 мм.

Причина поломки – раскрытие дефекта литья – рыхлости в результате нештатной ситуации.

Принятое решение – наплавка стенки в зоне рыхлости и заварка трещины, длина швов – более 3 м.



Пример 3. Ремонт крышки и корпуса редуктора главного привода эскалатора ЭТ-4Б.

- Габаритные размеры 2700x400x400 мм. Масса 1,5 т. Материал – чугун СЧ-20.
- Толщина стенок 20-60 мм.

Причина поломки – трещины в посадочном месте подшипника, нештатная ситуация.

Принятое решение – заварка трещин, длина швов – более 3 м.



Пример 4. Ремонт чугунного корпуса редуктора малого привода эскалатора, используемого при экстренном или аварийном торможении.

- Габаритные размеры 1000x250 мм. Масса 1,5 т. Материал – чугун СЧ-20.
- Толщина стенок 20 мм.

Причина поломки – эксплуатационное разрушение контактной поверхности корпуса.

Принятое решение – замена стенки и утраченных элементов фланца на стальные вставки, длина швов – более 1,5 м.



Пример 5. Ремонт зубчатого колеса малого привода эскалатора.

- Габаритные размеры 1000x250 мм. Масса 1,5 т. Материал – чугун СЧ-20.
- Толщина 25–30 мм.

Причина поломки – трещина в ступице, нештатная ситуация.

Принятое решение – заварка трещин, длина швов – более 1 м.



Пример 6. Восстановление работоспособности чугунных крышек редукторов ЦЗН-710 вагоноопрокидывателей типа ВРС.

- Размеры крышки 2000x700x600 мм, масса более 0,5 т, кол-во – 3 шт.

Причина поломки – трещины эксплуатационного характера в зоне посадочных мест подшипников среднего вала, конструктивный недостаток, дефекты литья.

Принятое решение – заварка трещин и применение усиливающей двухслойной наплавки, длина швов более 5 м.



Пример 7. Ремонт чугунной траверсы токарно-карусельного станка модели Л1532.

- Размеры траверсы составляет 8000x1000x250 мм, толщина стенки 50 мм, масса – около 5 т, СЧ20.

Причина поломки – трещина по всему сечению траверсы из-за нештатной ситуации.

Принятое решение – заварка трещин, применение усиливающих элементов, длина швов более 3 м.



Пример 8. Восстановление шеек чугунных прокатных валков чистой клетки стана 1700 на ПАО «ММК им. Ильича».

- Валки чистой рабочей клетки стана 1700 массой 6,7 т, изготовлены из специального серого чугуна с пластинчатым графитом. Гарантийный срок эксплуатации 125 тыс. т. металла.

Причина поломки – повреждение шеек валков, разрушенной внутренней обоймы подшипника до исчерпания ресурса «бочки» валков.

Принятое решение механическое удаление поврежденного слоя, наплавка. Прокатано 90 тыс. т металла до исчерпания ресурса «бочки».

Пример 9. Реставрация чугунного литья архитектурно-декоративных элементов перильного ограждения моста Коцебу в г. Одесса.



www.stc-paton.com

●#2001

Огляд зарубіжного досвіду технологій отримання алюмінієвих сплавів і виготовлення з них зварних транспортних конструкцій. Частина 2 *

Т.М. Лабур, д.т.н., О.К. Маковецкая, к.ек.н., ІЕЗ ім. Є.О. Патона (Київ)

Суднобудування. Алюмінієві сплави були застосовані у суднобудуванні з першого моменту появи технології отримання листових напівфабрикатів. Головна мета провадження на той час була економія на 50% ваги конструкції судна для підвищення вантажомісткості порівняно зі сталями [13]. Для забезпечення надійної роботи конструкції морських і річкових суден повинні мати: гарантовані фізико-механічні властивості (міцність, пластичність); зварюваність, надійність і довговічність зварних з'єднань; технологічність в умовах виробництва; корозійну стійкість в морській і річковій воді або в інших середовищах при заданих швидкостях руху; опірність ударним (динамічним) навантаженням; відсутність іскроутворення при наявності легкозаймистих середовищ (нафти, скрапленого газу тощо) в танкерах; високі експлуатаційні властивості конструкцій та сплавів, які забезпечують зниження фінансових витрат на ремонт і експлуатацію, а зварні з'єднання таких конструкцій повинні мати міцність аналогічну основному металу без проведення термічної обробки після його зварювання.

Значною перевагою алюмінієвих сплавів серед конструкційних матеріалів окрім вищезазначених є їх висока корозійна стійкість та здатність не обростати ракушками, що зберігає обтічність судна, підвищує його маневреність, збільшує термін експлуатації та знижує витрати на ремонт, тобто забезпечуються умови, які необхідні для тривалої роботи в водному середовищі. Заміна матеріалу сприяла також покращенню тактико-технічних характеристик судів: підвищенню швидкості, удосконаленню обладнання, забезпечення стійкості, зростання дальності перевезень тощо [10, 12, 13].

В конструкціях морських і річкових суден переважно використовуються сплави системи легування Al-Mg – корпусів, надбудов, цистерни, трубопроводи, плаваючі нафтові вишки, меблі та інше обладнання (рис. 11). Раніше в суднобудуванні широко застосовували різні способи зварювання плавленням, зокрема зварювання плавким електродом. В останні десятиріччя спостерігається заміна традиційних технологій на зварювання у твердій фазі – тертям з перемішуванням. При цьому виконуються всі типи зварного з'єднання: стикові, таврові, кутові тощо.

Найбільший розвиток цей спосіб зварювання отримав на суднобудівельних фірмах скандинавських країн. Широкому поширенню сприяла розробка зварювального обладнання SuperStir фірмою ESAB (Швеція) [13, 16]. Концепція створення зварювального обладнання полягала у використанні стандартних машин модульного типу, що дозволило розробити типовий ряд обладнання, що охоплює весь діапазон параметрів робочого простору, який визначається габаритними розмірами панелей (від 0,5x1,5 до 10x20 м) для з'єднання алюмінієвих сплавів різних систем легування. До складу обладнання входять спеціальне приладдя з зубчастим механізмом переміщення, зварювальна машина, комп'ютерна система управління. Зварювання виконують в автоматичному режимі, його параметри реєструються системою оперативного контролю.

Норвезькою суднобудівельною компанією Marine Aluminium завдяки такому способу виготовили зі сплавів марок 6082 і 7108 корпуси швидкісних катерів і великогабаритних поромів. Зразки-свідки їх зварних з'єднань показали високу корозійну стійкість після циклічних випробувань протягом 1000 ч при вологості 98%, а також температурі 50°C і вище. Високі властивості показали можливість з'єднання сплаву 2519-T87 при балістичних випробуваннях, що дозволило фірмі General Dynamics Land Systems та Edison



Катер з широким застосуванням алюмінієвих сплавів. Водотоннажність 200 т, довжина 50 м. Розвиває швидкість 44 вузлів



Катер для прогулянок, має швидкість 45,2 вузлів.



Малий риболовецький траулер. Корпус виготовлено з алюмінієвого сплаву. Загальна довжина 50 м, ширина 4,8 м, глибина 2,4 м, водотоннажність 39 т, швидкість біля берега 39,5 вузлів.

Рис. 11. Приклади використання алюмінієвих сплавів в різних зварних конструкціях суден

* Частина 1 – «Сварщик» № 1 – 2021

Welding Institute створити модернізовану конструкцію морських броньованих амфібій [16, 17].

Шведська фірма SAPA виготовляє холодильні установки швидкого заморожування та станції попереднього стиснення рибної маси перед заморожуванням [28]. Зварна конструкція станції складається з 17 панелей товщиною до 30 мм з загальною довжиною шва 16 м. Зварювальне обладнання заводу SAPS Profil (Швеція) дозволяє з пресованих профілів розміром 14,5x3,0 м виготовляти не тільки палуби суден, але також дахи та бічні стінки вагонів залізничних потягів і метро [16].

Морський Регістр Судноплавства для надійної працездатності (надійності) зварних з'єднань встановив загально світові вимоги до проектування та будівництва різноманітних суден. Вони полягають у неухитному дотриманні регламенту при виборі сплавів за умови забезпечення його зварюваності, еквівалентності зварювальних матеріалів, обладнання, технологічній послідовності виконання робіт, контролю якості зварних з'єднань та їх випробуванню. Регістр передбачає належне обґрунтування відповідних способів зварювання, які доцільно застосовувати для суднобудування, та порядок їх оцінки.

Транспортне машинобудування. Значним споживачем напівфабрикатів з алюмінію та його сплавів являється транспортне машинобудування для конструкцій наземного застосування: автомобільний, залізничний та міський електротранспорт (трамвай, тролейбус, метро), вертикальний транспорт (ліфти, ескалатори, вантажопідйомні механізми). Основною мотивацією при цьому також є можливість знизити вагу конструкції, підвищити вантажність та швидкість руху, зменшити знос рухомих частин виробу, підвищити корозійну стійкість і строк служби, знизити витрати на поточні та капітальні ремонти, зменшити витрати електроенергії або палива. Все у комплексі сприяє зростанню техніко-економічних показників відповідних виробів завдяки перевагам алюмінієвих сплавів перед традиційними конструктивними матеріалами – сталлю та чавуном.

Автомобілебудування. Використання алюмінієвих сплавів в автомобілях (рис. 12) для ненавантажених деталей дозволяє знизити їх вагу в тричі, а для несучих конструкцій в 1,5-2 рази. Зниження загальної маси автомобілю збільшує вантажність, знижує витрати пального, піднімає зносостійкість шин і зменшує експлуатаційні витрати. Завдяки високій корозійній стійкості строк служби та міжремонтний пробіг автомобіля зростає в двічі в міні-автобусах (США) та в тричі в легкових автомобілях. За даними [20] світове автомобільне виробництво реалізує понад 5 млн. т напівфабрикатів в рік, що становить 20-25% світового виробництва алюмінію. Концепція використання рамкової конструкції основи автомобіля, яка складається з пресованих профілів у структурні модулі забезпечує зменшення ваги автомобілю на 30-50% порівняно з традиційними зі сталі. Рамкові конструкції

з алюмінієвих сплавів характеризуються підвищеною експлуатаційною безпекою, а також значною функціональною інтеграцією, що поряд з іншими перевагами зменшує номенклатуру деталей, скорочує трудомісткість складальних операцій.

Яскравим прикладом розширення діапазону застосування алюмінієвих сплавів в автомобілях стало перехід до технології виготовлення кузовів легкових і кабін вантажних автомобілів зі зварних заготовок, які отримують методом «Tailored Blanks» [21]. Саме тут поєдналися прогресивні технології зварювання та розвиток конструктивно-технологічних інновацій, застосованих при виробництві зварних елементів автомобілів. Традиційно застосовуються алюмінієві сплави в підвісних агрегатах автомобілів: капотів, обшивки салонів, дверей, зовнішніх і внутрішніх підвісних панелей, бамперів, рам. До широкої номенклатури використання окрім легкових автомобілів входять авторефрежератори, автоцистерни для сухих і рідких продуктів, причепи (напівпричепи), самоскидні платформи, радіатори, диски для коліс тощо.

Слід зазначити, що виробництво тонколистових зварних заготовок в масовому масштабі опановано як автомобільними компаніями, так й металургійними підприємствами. На сьогоднішній день практично усі провідні автомобільні компанії світу перейшли на виробництво кузовів з таких заготовок. Особливістю технології їх виробництва є той факт, що вони виготовляються за допомогою зварювання



а

б

«Феарді» Z33 нової модифікації. Алюмінієвий сплав використано для капоту (а) та двигуна, що дозволило на 8 кг зменшити його масу. Використані також з алюмінію силові елементи бамперу та підвісків (б).



а

б

«Скайлайн» V35 нової модифікації. З алюмінієвих поковок зроблено передню (а) та задню підвіски (б)

Рис. 12. Приклади застосування алюмінієвих сплавів в легкових автомобілях

двох, трьох і більше точно розкромлених пластин металу різної товщини з відмінними фізико-механічними властивостями та станом поверхні. Заготовки слід розглядати не тільки як напівфабрикат – тонколистова заготовка для штампування фрагментів кузова, а також як металовиріб з покращеними службовими характеристиками. Це дозволяє не тільки знизити вагу автомобіля, але й ефективно підвищити його конструктивну надійність та експлуатаційну безпеку. В зв'язку з цим до зварних з'єднань пред'являють відповідні вимоги: шов повинен бути рівномірним по усій довжині, а його товщина – не перевищувати товщину вихідного матеріалу; висока пластичність і здатність до формоутворення в процесі штампування; рівномірність з вихідним металом заготовки меншої товщини. Дотримання вимог забезпечується шляхом комплексного використання різних процесів зварювання плавленням та у твердій фазі, наприклад, пресового зварювання з індукційним нагріванням, аргонодугового зварювання неплавким електродом, лазерного зварювання, електронно-променевого зварювання в атмосфері, контактного зварювання при використанні ролика, а також застосування гібридних технологій тощо.

Залізничний транспорт, метро, міські трамваї та тролейбуси. Алюмінієві сплави широко використовуються також в конструкціях залізничного транспорту, метро (рис. 13), міських трамваях та тролейбусах [21-24]. Це відбувається завдяки застосуванню новітніх підходів у проектуванні та технологій виробництва різноманітних деталей конструкцій. Найбільш широкі об'єми впровадження цих сплавів спостерігається в Німеччині, Японії, Великій Британії, США, Канаді, Франції, Австралії та Китаї. За останні роки з'явилися більш комфортні пасажирські вагони, де застосовуються інноваційні технології виготовлення напівфабрикатів та їх зварювання (рис. 13). В Німеччині алюмінієві сплави використовують у якості несучих та оздоблюваних елементів вагонів. У Швейцарії, Франції, Великій Британії, Японії переважно застосовують листи, пресовані профілі, панелі.

Значну ефективність алюмінієві сплави виявляють при застосуванні в конструкціях вантажних вагонів [8, 12, 20]. Важливим фактором тут виступає висока корозійна стійкість сплавів, особливо коли транспортуються корозійно-активні або легкозаймисті рідини або тверді речовини: вугілля, сірка, поташ, сіль, кварц, пісок, залізна руда, цемент, зерно тощо. Корисний об'єм вагонів зазвичай складає від 5 до 10 т.

Останнім часом розглядається можливість застосування в конструкціях вагонів великогабаритних панелей з алюмінієвих сплавів шириною до 800 мм в якості елементів силових конструкцій. Ряд переваг мають алюмінієві транспортні контейнери усіх типів порівняно зі сталевими виробами. Їх маса вдвічі менше сталевих, а корозійна стійкість значно вища, вони більш довговічні та економічні в експлуатації,



Залізничний локомотив серії 800 для нових швидкісних магістралей.

Має здвоєний корпус з прес-профілів і алюмінієвий настил полу. Завдяки застосуванню алюмінієвих стільникових панелей та консолей значно знижено рівень шуму усередині та зовні відповідно.

Приміська електричка типу 817.

Виготовлено з великогабаритних порожнистих прес профілів (з подвоєною оболонкою). Їх зварювали способом тертя з перемішуванням. Планується виготовлення 24 составів.



Експрес типу ТХ-1000. Максимальна швидкість 130 км/ч.

Корпус вагона має не фарбовану конструкцію з подвоєною обшивкою, яка виготовлена зварюванням тертям з перемішуванням.

Рис. 13. Приклади використання алюмінієвих сплавів у залізничних вагонах та вагонах метро

оскільки витримують більш високе корисне навантаження та не потребують фарбування.

Широко застосовуються алюмінієві сплави в конструкціях вагонів метро, які також експлуатуються без додаткового фарбування. Маса вагонів, виготовлених з алюмінію, на 4100 кг менша ніж сталевих. Економія електроенергії складає 12,4%. Повна окупність вартості таких вагонів відбувається через 3-4 роки внаслідок економії витрат електроенергії на тягу та скорочення об'єму роботи щодо утримання та ремонту вагонів.

Перспективним є застосування алюмінієвих сплавів в конструкціях трамвайних та тролейбусних вагонів [21-25]. Вони легші на 3-5 т та мають підвищену вантажність та корозійну стійкість, що покращує умови міського електротранспорту та забезпечує зростання в 1,5 рази строку їх експлуатації.

Будівництво та архітектура. Своєрідність, характерна для конструктивних форм алюмінію, в яких зберігається специфічна структура матеріалу, його конструктивні та архітектурні якості нерозривно пов'язані з можливістю мінімальних затрат цього матеріалу та отримання значного економічного ефекту [26-33]. Архітектурна виразність алюмінію та його сплавів легування Al-Mg, Al-Mg-Si, Al-Mg-Zn, Al-Cu-Mg в будівництві споруд досягається в тому випадку, коли конструкторське рішення

ня має переважно просторовий характер (рис. 14). Такі споруди мають окрім міцності високу сейсмічність, відсутність порогу холодноламкості та іскроутворень [1, 4]. Активному використанню алюмінієвих сплавів сприяють традиційні способи зварювання - дугові технології (неплавким і плавким електродами), автоматичне зварювання по слою флюсу дугою та в середовищі захисного газу. Останнім часом застосовують імпульсно-дугове зварювання та отримують якісні шви в різних просторових положеннях під час виготовлення конструкцій складної конфігурації [26, 27].

Всі алюмінієві конструкції та деталі, які використовують в будівництві споруд, розділяють на великорозмірні елементи, що витримують складні експлуатаційні навантаження: листові, каркасні з огорожею або настилом, каркаси без огороження, а також будівельні та архітектурні деталі. Номенклатура їх широка [29-33]. Цьому сприяють технологічні можливості сплавів, які вони виявляють в умовах пластичного деформування напівфабрикатів при прокатці, пресуванні, холодного згину та штамповки, що сприяє індустріальному виготовленню будівельних елементів, а невелика маса – швидкому їх монтажу. Завдяки властивості бактерицидності та стійкості проти корозії алюміній та його сплави забезпечують високі гігієнічні вимоги щодо приміщень усередині будівель різного призначення. А різноманітність форм і кольорів задовольняє самим вишуканим та естетичним вимогам до інтер'єрів і фасадів зданий та споруд.

В той же час слід відзначити, що не дивлячись на переваги застосування алюмінієвих конструкцій, пошук раціональних технічних рішень їх виготовлення збільшує вартість проектування в декілька раз порівняно зі сталевими. Це зумовлено необхідністю глибокого опрацювання конструктивних схем і форм перетинів конструкційних елементів і проведення натурних випробувань окремих зразків для встановлення ресурсних і корозійних властивостей виробів. Водночас, значні витрати на проектування окупаються строками експлуатації таких конструкцій, оскільки мінімальна вартість зварного виробу за участю окремих елементів з алюмінієвих сплавів зворотно пропорційна витратам при опрацюванні проекту.

Експлуатація алюмінієвих конструкцій має свою специфіку. Витрати при цьому йдуть, головним чином, на те, щоби забезпечити систематичне спостереження за станом поверхні елементів конструкцій та ділянок, їх поєднання з деталями з других матеріалів, які бажано відповідним чином ізолювати від алюмінію. При відсутності агресивних середовищ (галогідів або лугів) алюмінієві конструкції не потребують витрат на ремонт протягом 20-50 років [27, 28].

Особливо ефективно застосування зварювальних алюмінієвих сплавів в спорудах, розташованих в Арктиці, Антарктиді, гірських місцевостях і пус-



а



Рис. 14. Приклади використання алюмінієвих сплавів в будівництві мостів (а) та громадських споруд (б). Для з'єднання труб (сплав 6061-T6, максимальний Ø 227 мм) з кінцевими пуансонами застосовували технологію зварювання третям з перемішуванням [27]

тях. Це пов'язано здатністю сплавів підвищувати міцність за умов низьких і криогенних температур, зберігаючи при цьому пластичність, яку вони мають при кімнатній температурі (20–25°С).

Значний економічний ефект отримують від алюмінієвих сплавів при будівництві або реконструкції мостових переходів [27, 28]. В останньому випадку є можливість не тільки зберегти архітектурний облік моста, але й збільшити потік руху транспорту. Не дивлячись на значну різницю в структурі алюмінію та бетону, армоцементу, що використовуються, основою є порівняно низький модуль пружності цих матеріалів, що дозволяє їх залучати до схем просторових армоцементних і залізобетонних конструкцій.

Таким чином, наведені приклади світового освоєння алюмінієвих сплавів у зварних конструкціях різних галузях машинобудування свідчать про різноманітність їх технологічних можливостей та форм реалізації унікальних властивостей. Вони відображають тенденції світового виробництва та споживання, які розширюють спектр використання сплавів як в результаті удосконалення, так і розробки нових високотехнологічних процесів виготовлення напівфабрикатів алюмінієвих сплавів та конструкцій з них. Ефективність виробів визначається функціональними вимогами та рівнем технології при мінімальних витратах і строках виготовлення.

Аналогічний процес спостерігається і в Україні, але темпи його реалізації надто повільні. Для

активізації виробництва легких конструкцій необхідно промислове освоєння новітніх досягнень високотехнологічних процесів, включаючи зварювання. Це забезпечить зростання продуктивності виготовлення конструкцій внаслідок зниження трудомісткості, поліпшення екологічних умов при виготовленні деталей та вузлів типових елементів, що відкриє перспективу створення нових зразків техніки від аерокосмічних до наземних і водних засобів, а також ефективних будівельних і мостових споруд з широким використанням алюмінієвих сплавів.

Література

1. Market Outlook. Hydro.com: [http// www.hydro.com](http://www.hydro.com).
2. Global Aluminum Market Research Report: <http://www.marketresearchfuture.com/reports/aluminum-market-2031>.
3. U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, February 2019: <http://www.usgs.gov>.
4. A vision of global aluminium recycling in 2020 – Metal Bulletin: <http://www.metalbulletin.com>.
5. Hydro. First quarter 2019. Investor presentation: <http://hydroone.mediaroom.com>.
6. Hydro. Annual report. 2018: <http://www.hydro.com>.
7. Extrusions for the Global Market - A&L Alluminio e Leghe: <http://aluminium and alloys.com/extrusions-for-the-global-market>.
8. Ищенко А.Я., Лабур Т.М., Бернадский В.Н., Маковецкая О.К. Алюминий и его сплавы в современных сварных конструкциях. - Киев, Экотехнология, 2006. – 112 с.
9. Сварка в самолётостроении. /Под ред. академика Б.Е. Патона./ - К.: МИИВЦ, 1998. - 695 с.
10. Ищенко А.Я., Лабур Т.М. Сварка современных конструкций из алюминиевых сплавов. – Киев: Наукова думка, 2003. – 415 с.
11. Teh N.J. Small joints make a big difference. // TWI Connect. - 2006. - 143. - № 4. - P. 1-7.
12. Aota K., Okamura H., Masakuni E. et al. Heat inputs and mechanical properties friction stir welding. // Proc. of 3-rd Internat. Friction Stir Welding Symposium, Kobe, Japan, 27-28 Septem., 2001. - P. 453-457.
13. Norlin A. A century of aluminium – a product of the future. // Svetsaren. - 2000. - № 2. - P. 31-33.
14. Diltthey U., Behr W. Elektronen-strahlschweißen in Atmosphäre. // Schweissen und Schneiden. – 2000. – № 8. – P. 461-465.
15. Bierman B., Dierken R., Kupfer R., Lang A., Bergmann H.W. Laser Beam Cutting and Welding of Al-Li sheets. //Sixth Internat. Aluminium-Litium Conference, 1991, Garmisch-Partenkirchen.: Informations gesellschaft, Verlag. – 1992. – P. 1159-1164.
16. New Applications for TWBs – and Laser Welding. // Welding and Joining Europe. - 1998. - № 10. – P. 31.
17. TWI team is match for aerospace challenge.// TWI Connect. - 1995. - № 73. - P. 12.
18. Campbell G., Stotler T. Friction Stir Welding of Armour Grade Aluminium Plate. // Welding Journal. - 1999. – № 12. – P. 45–47.
19. Кривов Г.А. Технология самолётостроительного производства. – К.: КВЦ, 1997. – 114 с.
20. Кривов Г.А., Матвиенко В.А., Афанасьева Л.Ф. Мировая авиация на рубеже XX-XXI столетий. Промышленность и рынки. - К.: КВЦ, 2003. – 295 с.
21. Дмитриев В.Г., Замула Г.Н., Коновалов В.В., Нестеренко Г.И. Приоритетные направления совершенствования материалов для конструкций перспективных самолётов. // Технология легких сплавов. – 2003. – № 1. – С. 3-8.
22. Вильгельм М., Рацим К. Материалы и процессы как факторы прогресса в автомобилестроении. // Чёрные металлы. – 2008. - № 3. – С. 33-38.
23. Кривов Г.А., Белецкий В.М. Алюминиевые сплавы в автомобилестроении. // Технологические системы. – 2001. - № 5. – С. 86-95.
24. Hibben M., Stemmiel F. Tailored Blanks aus Aluminium. // Blech Rohre Profile. – 1999. – Vol. 42. – № 6. – P. 394–397.
25. Ole T. Midling, Ljiana Djapic Oosterkamp, Jan Bersaas. Friction Stir Welding Aluminium process and applications. // Proc. 7-th Int. Conf. on Joints in Aluminium (INALCO-98). TWI, Abington, Cambridge, UK, 15-17 April 1998.
26. Yasuda K., Isizawa Y., Kitaura I. Study on Hybrid Joining Method Using TIG Arc Welding (Rep. 1). // Welding of light metals. – 1996. – Vol. 34. – № 11. – P. 537-543.
27. Wemah K. Equipment for Aluminium Welding. // Svetsaren. - 2000. - № 2. - P. 11-13.
28. Jkura I., Nagisawa N., Iwata S., Kitamura K. Technological developments for realizing aluminium bridges. // Journal of Japan institute of light metals. - 2014. - Vol. 54. - № 9. - P. 380-387.
29. Okura I. Application of the Aluminium Alloys to Bridges. // Journal of Light Metal Welding and Construction. - 2003. - Vol. 41. - № 10. - P. 441-446.
30. Nakagomi T., Ichikawa Y. The Present Condition of Application of the Aluminium Alloys to a Construction Steel Frame. // Journal of Light Metal Welding and Construction. – 2013. – Vol. 41. – № 10. – P. 447–451.
31. Sakurai K. Report of the Aluminium Alloy Bridges in Europe and United States. // Journal of Light Metal Welding and Construct. – 2003. – Vol. 41. – № 10. – P. 452–459.
32. Araya M. Spasial Constitution and Expression in the Aluminum Structure – The Future and the Past of the Aluminum Structure. // Journal of Light Metal Welding and Construction. – 2003. – Vol. 41. – № 10. – P. 460–471.
33. Wada J. Application of Pre-Ribbed Aluminium Alloy Plate to Architectural Structure. // Journal of Light Metal Welding and Construction. – 2003. – Vol. 41. – № 10. – P. 472–476.

●#2002

Газокислородные резаки ФЛЦ-РК и ФЛЦ-РКФ для резки прибылей крупного литья

В.М. Литвинов, Ю.Н. Лысенко, ООО «НИИПТмаш – Опытный завод» (Краматорск)

При кислородной резке прибылей литья, имеющего по предполагаемой линии реза на поверхности пригар, окалину и остатки формовочной смеси, а внутри пустоты, неметаллические включения, раковины и ликвации, газорезчики часто включают и выключают режущий кислород при горящем пламени. Одновременно для активации процесса резки в факел резака, находящийся в зоне загрязнений, часто вводят металлический пруток или толстую проволоку.

При подготовке поверхности прибыли под кислородную резку, заключающейся в удалении пригара и других загрязнений методом поверхностной строжки с применением присадочного прутка или проволоки, одна рука газорезчика занята присадочным прутком, другая – резаком. При работе с резаком РЗ-ФЛЦ для изменения параметров режущей струи необходимы две руки: в одной находится резак, а другой открывают или закрывают вентиль режущего кислорода. Присадочный пруток при выполнении этой операции откладывают в сторону. Газорезчик испытывает определенные неудобства.

Для устранения этого недостатка разработаны газокислородные резаки: ФЛЦ-РК – с рычажным клапаном режущего кислорода, предназначенный для работы в условиях, когда необходимо часто включать и выключать режущий кислород одной рукой, и ФЛЦ-РКФ – с рычажным клапаном режущего кислорода и фиксатором его положения, позволяющим по необходимости часто включать и выключать режущий кислород одной рукой или, используя фиксатор, постоянно держать режущий кислород включенным. Обе руки газорезчика при этом свободны.

Принцип действия, технические характеристики, основные особенности и работа резаков РЗ-ФЛЦ, ФЛЦ-РК и ФЛЦ-РКФ аналогичны, они описаны в [1]. Замена вентиля режущего кислорода на рычажный клапан повлекла за собой значительные изменения конструкции узлов и деталей резака, они подробно рассмотрены ниже.

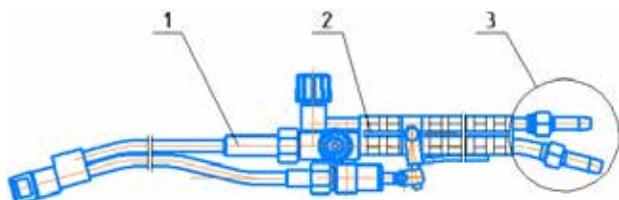


Рис. 1. Газокислородный резак ФЛЦ-РК

Газокислородный резак ФЛЦ-РК (рис. 1) состоит из трех узлов: наконечник 1, ствол 2 и шипсельное соединение 3.

Главным узлом резака, определяющим его назначение и тип, является наконечник - рис. 2. В головке наконечника 1 формируются факел подогревающего пламени и режущая струя кислорода, в смесительной камере 2 подогревающий кислород и горючий газ перемешиваются, и образовавшаяся горючая смесь поступает к головке по трубке 7. Накладные гайки 3 и 5 служат для крепления наконечника к стволу. Уплотнительные кольца 8 и 9 герметизируют резьбовые соединения между наконечником и стволом. Седло клапана 4 и газоподводящая трубка 6 служат для доставки режущего кислорода к головке.

На рис. 3 (и рис. 10) представлены чертежи деталей резаков ФЛЦ-РК и ФЛЦ-РКФ, имеющих расчетные каналы.

Ствол резака ФЛЦ-РК представлен на рис. 4. Он служит для подачи, регулирования расхода и прекращения подачи подогревающего кислорода с помощью вентиля 1, горючего газа - с помощью вентиля 2 и режущего кислорода - с помощью рычажного клапана 4. Главный корпус 3 собирает эти вентили и клапан в единый узел. Втулка 7 соединяет главный корпус и корпус рычажного клапана.

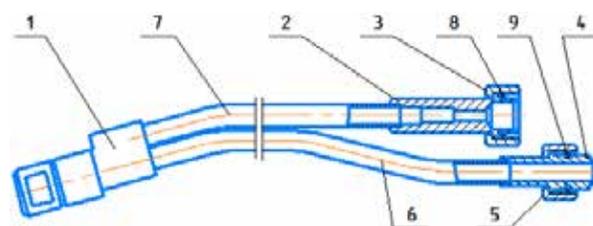


Рис. 2. Наконечник резаков ФЛЦ-РК и ФЛЦ-РКФ

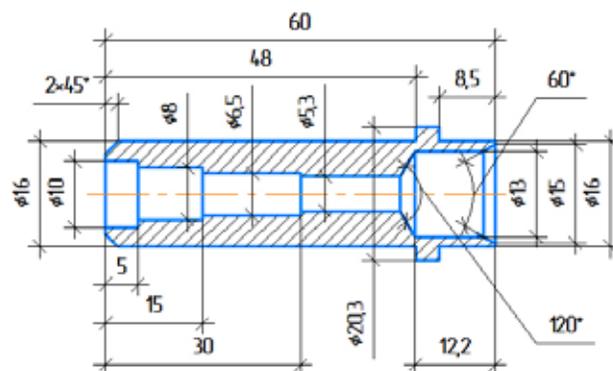


Рис. 3. Смесительная камера резаков ФЛЦ-РК и ФЛЦ-РКФ

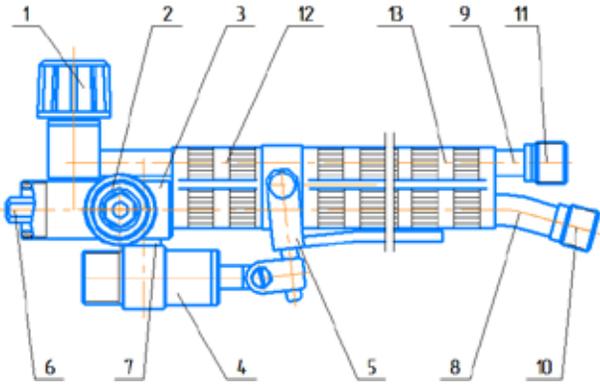


Рис. 4. Ствол резака ФЛЦ-РК с рычажным клапаном в сборе

К корпусу вентиля горючего газа припаяна трубка для подачи горючего газа 9 со штуцером 11 на свободном конце. К торцу главного корпуса 3 припаяна трубка для подачи кислорода 8, к свободному концу которой припаян штуцер 10.

На эти две параллельные трубки, начиная от главного корпуса, последовательно надеты дистанционное кольцо 12, рычаг клапана 5 и рукоятка 13.

На резьбу М16х1,5 ЛН штуцера 11 наворачивают гайку ниппельного соединения с ниппелем и резиноканевым рукавом Ду9, соединяющим резац с источником питания горючим газом.

На резьбу М16х1,5 штуцера 10 наворачивают гайку с ниппелем и резиноканевым рукавом Ду9, соединяющим резац с источником питания кислородом.

На поверхности дистанционного кольца 12 и рукоятки 13 нанесено рифление для усиления контакта с рукой газорезчика.

Вентиль ГГ (рис. 5) состоит из корпуса 1, в который по резьбе вкручена сальниковая гайка 2. Герметичность резьбового соединения обеспечивает уплотнительное кольцо 4. Со стороны корпуса вентиля в сальниковую гайку по резьбе вкручен шпindelь 3, в кольцевой проточке которого расположено уплотнительное кольцо 5, обеспечивающее герметичность резьбового соединения. На конический хвостовик шпинделя 3 надет барашек 6, зафиксированный гайкой 7 с шайбой 8.

Вентиль подогревающего кислорода (рис. 6) состоит из корпуса КП 1, в который сверху по резьбе

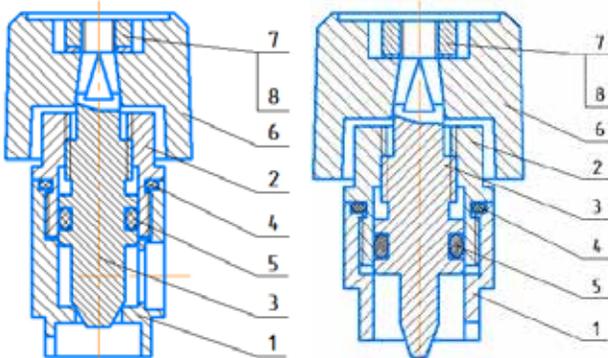


Рис. 5. Вентиль ГГ резаков ФЛЦ-РК и ФЛЦ-РКФ

Рис. 6. Вентиль КП резаков ФЛЦ-РК и ФЛЦ-РКФ

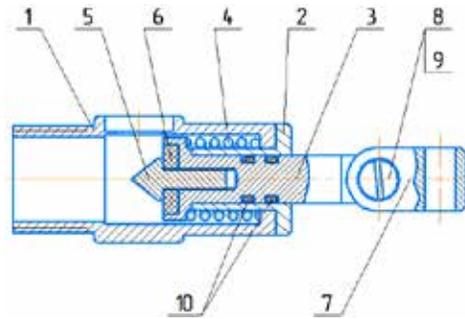


Рис. 7. Корпус клапана в сборе резаков ФЛЦ-РК и ФЛЦ-РКФ

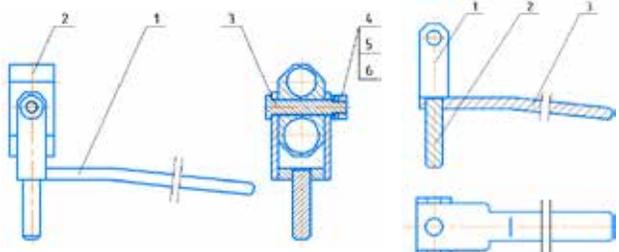


Рис. 8. Рычаг клапана в сборе резака ФЛЦ-РК

Рис. 9. Рычаг резака ФЛЦ-РК

вкручена сальниковая гайка 2. Герметичность резьбового соединения гарантирует уплотнительное кольцо 4. В сальниковую гайку изнутри по резьбе вкручен шпindelь 3. Герметичность резьбового соединения обеспечивает уплотнительное кольцо 5. На коническую часть хвостовика шпинделя надет барашек 6, зафиксированный гайкой 7 с шайбой 8, прикрытые синим колпачком.

Корпус клапана в сборе, чертеж которого представлен на рис. 7, предназначен для управления потоком режущего кислорода. Он состоит из корпуса клапана 1 и гильзы 2, образующих паяное соединение. В кольцевой зазор между этими деталями вставлена пружина 4, поджатая штоком клапана 3. В гнезде на торце этого штока имеется прокладка 6, удерживающая

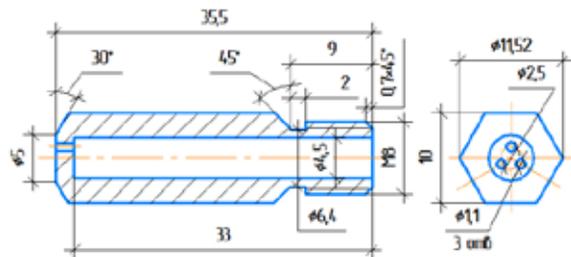


Рис. 10. Инжектор резаков ФЛЦ-РК и ФЛЦ-РКФ



Рис. 11. Ствол с рычажным клапаном и фиксатором резака ФЛЦ-РКФ

живаемая конусом 5, вкрученном по резьбе в шток клапана. Конус имеет два назначения, с одной стороны он фиксирует прокладку в гнезде штока, с другой стороны – определяет плавное нарастание давления при включении клапана. В двух кольцевых проточках штока имеются уплотнительные кольца 10. К хвостовой части штока шарнирно закреплена кулиса 7 с помощью оси кулисы 8 и гайки 9.

Рычаг клапана в сборе, представленный на *рис. 8, 9*, состоит из сварного рычага 1, шарнирно закрепленного на основании 2 с помощью оси 3 с гайкой 4 и шайбами 5 и 6.

Ствол с рычажным клапаном и фиксатором (*рис. 11*) резака ФЛЦ-РКФ отличается от ствола резака ФЛЦ-РК наличием механизма фиксации положения рычага. Дистанционное кольцо 1 и рукоятка 2 также оригинальны.

Ниппельное соединение резаков ФЛЦ-РК и ФЛЦ-РКФ показано на *рис. 12*.

Рычаг с фиксатором в сборе (*рис. 13*) состоит из основания рычага 2 и сварной металлоконструкции клапана 1 рычага, шарнирно соединенных между собой с помощью оси 5, гайки 6 и шайб 7, 8. В основании рычага предусмотрен механизм фиксации положения рычага, состоящий из фиксатора 3 и пружины 4.

Рычаг клапана (*рис. 14*) включает в себя рукоятку 1, к которой приварены щека левая 2 и щека правая 3. К рукоятке приварена также направляющая 4, с помощью которой через кулису осуществляется осевое перемещение штока клапана.

Фотография резака с фиксируемым рычажным клапаном ФЛЦ-РКФ показана на *рис. 15*. Фотография ствола этого резака представлена на *рис. 16*.

Процесс газокислородной резки прибылей диаметром 600 мм в ФЛЦ-2 НКМЗ с помощью резака

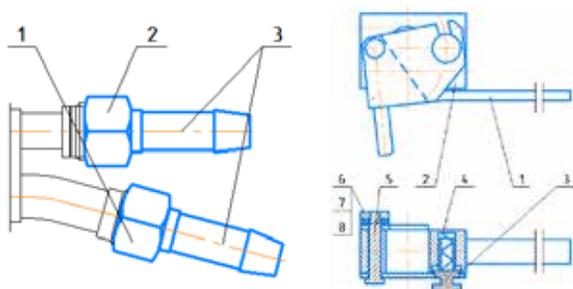


Рис. 12. Ниппельное соединение резаков ФЛЦ-РК и ФЛЦ-РКФ

Рис. 13. Рычаг с фиксатором в сборе резака ФЛЦ-РКФ

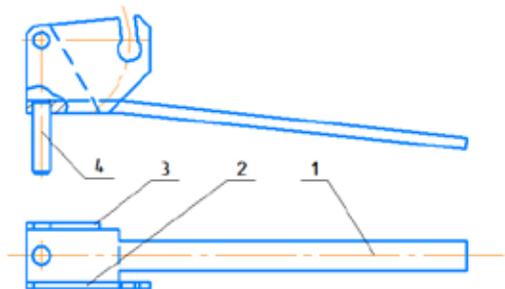


Рис. 14. Рычаг клапана резака ФЛЦ-РКФ



Рис. 15. Резак ФЛЦ-РКФ с фиксируемым рычажным клапаном



Рис. 16. Ствол резака ФЛЦ-РКФ с фиксируемым рычажным клапаном



Рис. 17. НКМЗ. ФЛЦ-2. Газокислородная резка прибылей диаметром 600 мм



Рис. 18. НКМЗ. Копровый цех. Резка скрапины на габаритные куски – 1



Рис. 19. НКМЗ. Копровый цех. Резка скрапины на габаритные куски – 2

ФЛЦ-РКФ показан на *рис. 17*, а эпизоды процесса резки скрапины на габаритные куски для переплава в копровом цехе НКМЗ представлены на *рис. 18, 19*.

Как видно из *рис. 17* резак ФЛЦ-РКФ хорошо зарекомендовал себя при кислородной резке прибылей литья, когда в процессе резки режущий кислород постоянно включен. При кислородной резке скрапины (*рис. 18, 19*), когда режущий кислород периодически включают и выключают, преимущество имеет резак ФЛЦ-РК.

Литература

1. Литвинов В.М., Лысенко Ю.Н. Резак РЗ-ФЛЦ для ручной кислородной резки прибылей крупного литья. // Сварщик. – 2021. – № 1. – С. 21 – 27.

●#2003

О необходимости активизации инноваций в промышленности и сварочном производстве.

Часть 1. Промышленность

Г.И. Лашенко, канд. техн. наук, НТК «ИЭС им. Е.О. Патона» НАНУ (Киев)

Состояние украинской экономики, с учетом мнения многих специалистов, детально проанализировано в нашей работе [1]. При этом сделан вывод о том, что в Украине сформировалась деструктивная тупиковая модель экономики, в основе которой лежит экспорт сырья и продукции с низкой добавленной стоимостью.

Выход из сложившейся ситуации авторы работы [2] видят в инновационном развитии таких кластеров экономики, как: информационно-телекоммуникационные технологии; создание новых веществ и материалов, нанотехнологий; высокотехнологичного машиностроения; «наука о жизни» (биомедицинская инженерия, клеточная медицина, фармацевтика); развития инфраструктуры, современного сельского хозяйства и др.

К сожалению, их мнение не было должным образом поддержано на правительственном уровне.

С. Кораблин [3] отмечает, что за последние 20 лет роковой искрой, из-за которой взрывались финансы государства, оказывался не объем государственного потребления или высокие налоговые ставки, не узкая налоговая база или размер внутреннего/внешнего долга, не мягкая монетарная политика или высокая инфляция, а падение производства [3]. Последнее вызвано его структурной уязвимостью, сырьевой специализацией и ухудшением внешней конъюнктуры, которая не зависит от небольшой украинской экономики, но отражает бизнес-циклы ведущих мировых экономик, политику их государств и предпринимательских элит.

Автор настоящей статьи придерживается точки зрения многих отечественных и зарубежных специалистов о безальтернативности перехода от рентной украинской экономики, основанной на экспорте сырья и полуфабрикатов, к инновационному развитию перерабатывающей промышленности, в т. ч. сварочного производства. Именно эти вопросы рассмотрены в настоящей статье.

Инновационная деятельность в промышленности

Сначала кратко опишем термины и определения. Термин «инновация» в экономическую теорию в начале XX века ввел австриец Йозеф Шумпетер. Латинское «novatio» означает обновление или изменение; приставка «in» переводится с латинского как «в направлении». Поэтому дословно «innovatio» – «в направлении изменений».

При классическом объектном подходе под инновацией понимается внедрение в практику научного открытия/изобретения в виде технологии или созда-

ние нового продукта. Главным признаком выступают наличие информационного результата научной деятельности и новизна продукта (технологии), созданного на основе открытия или изобретения.

Альтернативный подход связан с определением понятия «инновация» как процесса или особого вида деятельности, предусматривающего использование научно-технических результатов в экономическом развитии. При этом в качестве инновации вместе с изобретениями рассматриваются идеи, возникновение которых может базироваться как на результатах науки, так и на практическом опыте, на субъективной интуиции или по итогам маркетинговых исследований. Результат инновации определяется как инновационный продукт.

В последнее время наибольшую популярность получил объектно-процессный подход, определяющий инновацию как результат и процесс в виде единого объекта управления.

В свою очередь инновационный продукт - это результат инновационной деятельности, получивший практическую реализацию в виде нового товара, услуги, способа производства (технологии) иного общественно-полезного результата.

Инновацией является не всякое новшество (в т.ч. изобретение) или нововведение, но лишь такое, которое существенно повышает эффективность действующей системы (производства).

Экономика Украины является экспортно-ориентированной и за счет экспорта формируется половина внутреннего валового продукта (ВВП). При этом 75 % экспорта обеспечивают 3 отрасли - АПК и пищевая промышленность, металлургия и машиностроение. Доля машиностроения за последние годы непрерывно снижается. То есть товарный экспорт представлен в основном сырьем и продуктами низкой степени переработки. В то же время мировой опыт показывает, что экономического успеха достигают те страны, в которых экспортная деятельность основана на производстве конечной продукции с высоким содержанием добавленной стоимости.

К примеру Польша, которая также, как и Украина, активно продает на рынки ЕС пшеницу и свинину, кроме этого, еще поставляет в ЕС круизные лайнеры, грузовые корабли, баржи, тракторы, фармацевтику, удобрения, автозапчасти, автомобильные покрышки и др.

Румыния экспортирует металлообрабатывающие станки, электротехнические изделия, оборудование

для нефтяной отрасли, а оптическая и медицинская аппаратура – самое быстрорастущее направление среди экспортных товаров Румынии с высокой добавленной стоимостью – за последние 3 года.

Экспортируемые товары и услуги Венгрии составляют 94,1 % от общего объема производства в ее ВВП. Наиболее ценными экспортными продуктами являются автомобили, двигатели, автозапчасти, мобильные телефоны, компьютеры, интегральные схемы и др. товары.

В Словакии автомобили и автозапчасти (26,4 % от общего объема экспорта) продолжают оставаться основными экспортными товарами с высокой степенью переработки. К ним же относится машинное оборудование и радиооборудование, компьютеры, мебель, сборные дома и др. товары.

В Чехии к экспортным товарам с высокой степенью переработки относятся автомобили (20,3 % от общего объема экспорта), медицинское, машинное и электрическое оборудование, компьютеры, ноутбуки, планшеты и мобильные телефоны.

Пока удивить своей продукцией мы этих наших соседей и другие страны ЕС сможем едва ли. Как уже отмечалось выше, украинский экспорт сконцентрирован в металлах и зерновых, а доля экспорта, интегрированного в глобальные цепочки создания добавленной стоимости (GVC) остается очень низкой. Она составляет 5,7 % в Украине по сравнению с 27% в Польше, 38% в Румынии, более 38% в Турции.

Одной из главных причин такой ситуации, сложившейся в отечественной экономике, является дефицит новых инновационных разработок и, особенно, освоение их производства как для экспорта, так и внутреннего потребления. Поэтому вполне закономерно, что Украина уже многие годы импортирует преимущественно товары с высокой степенью переработки – машины, механизмы, станки, электротехническое оборудование, электронику, компьютеры, средства наземного транспорта и, конечно, большие объемы энергоносителей.

Если оценивать уровень развития украинской перерабатывающей промышленности по ее вкладу в ВВП, то этот показатель в 2017 г. составил 23 %. При этом доля перерабатывающей промышленности в ВВП превысила уровень 2012 г. (22%), но не достигла уровня 2007 г. К тому же ВВП в промышленности формируется преимущественно в низкотехнологичных отраслях, как например, пищевая промышленность и горно-металлургический комплекс.

Машиностроение в Украине по вкладу в экономику отстает от большинства стран ЕС, а в абсолютном измерении сформированный в этой отрасли ВВП сравним с аналогом машиностроительной промышленности в такой небольшой стране, как Словакия. Поэтому для обеспечения конкурентоспособности отечественных товаров на мировом рынке необходимо существенно повысить производительность и качество промышленного производства. Без создания новых инновационных продуктов здесь не обойтись.

В июле 2019 г. наше правительство одобрило Стратегию инновационной деятельности на период до 2030 г. По сути этот документ ничем не отличается от других подобных национальных стратегий и их проектов – ни конкретных механизмов финансирования, ни ответственных за ее реализацию. Не говоря уже о его концептуальности и предложенных направлениях решения существующих проблем, среди которых не нашлось места промышленности!

Цель стратегии – развитие целостной экономической системы для превращения креативных идей в инновационные продукты (услуги) и вывода их на рынок. Собственно, именно реализация, воплощение идей в жизнь и делает их инновациями. Существование даже самой уникальной идеи не означает, что она инновационная. Идею необходимо продать, применить, распространить, только тогда она становится инновацией.

Для создания инновационного продукта с нуля, от фундаментальных исследований до выхода его на рынок, требуется продолжительное время – иногда десятилетия.

По мнению И. Пидоричевой и В. Ляшенко [4] наиболее быстрым путем продуцирования инноваций является развитие стартапов на базе уже существующих разработок НИИ, университетов и по инициативе предпринимателей. Стартапы – это независимые организации, младше 5-и лет, нацеленные на создание, улучшение и расширение масштабов использования инновационного технологического продукта с быстрым его ростом.

В мире при создании стартапов используют методологию Lean Startup (бережливый стартап, бизнес с нуля), предложенную американским предпринимателем Стивом Бланком. Ключевые принципы Lean Startup заключаются в следующем:

1. Вместо того, чтобы месяцами заниматься планированием и «кабинетными» исследованиями, стартаперам необходимо проанализировать свои гипотезы и предпосылки и определить, какую ценность они будут иметь для потребителей.

2. Стартаперам надо «выходить из зданий» для проверки собственных гипотез. Они должны идти и спрашивать у потенциальных клиентов, покупателей и партнеров их мнение об основных элементах бизнес-модели, включая характеристики продукта, его цену, каналы распространения и др. Внимание акцентируется на скорости и легкости: стартаперы быстро собирают минимально жизнеспособный продукт для получения обратной связи с клиентами. Потом, используя вклад клиентов для пересмотра своих гипотез, они снова начинают цикл, тестируют переработанные продукты и вносят дальнейшие небольшие корректировки (итерации) для более существенных изменений в неработающие вначале идеи. Считается, что в большинстве отраслей отзывы потенциальных потребителей имеют большее значение, чем секретность, и постоянная обратная связь приносит лучшие результаты, чем привлекательные открытия.

3. Вместо обычных годовых циклов разработки продукта надо внедрять итеративный подход, предупреждающий напрасную трату времени и ресурсов, развивая продукт итерационно и постепенно. Это такой процесс, с помощью которого стартаперы создают минимально жизнеспособные продукты, которые испытывают, изменяют, улучшают, полагаясь на обратную связь с потенциальными потребителями.

Методология Lean Startup на многих примерах доказала неэффективность стандартных схем запуска стартапов, акцентируя внимание на необходимости кардинально изменить их содержание и ключевые принципы, в частности, на том, что надо отдавать предпочтение экспериментированию, а не сложному планированию, обратной связи с клиентами и итеративному подходу, а не традиционному развитию продукта.

Стартап является высокорискованным проектом и на первом этапе его развития сложнее всего привлечь инвестиции. Потому их обычно поддерживает государство через конкурсное финансирование. Подобная работа начата и в Украине. И. Пидоричева и В. Ляшенко [5] считают, что в качестве инструмента развития стартапов, запуска успешных инновационных бизнесов, созданных на базе разработок научных учреждений и заведений высшего образования (ЗВО), целесообразно внедрить систему «инновационных лифтов» с ее органичными составляющими – бизнес-студиями (на уровне средних школ и лицеев), бизнес – инкубаторами и научными парками (на уровне научных учреждений и ЗВО), украинскими индустриальными парками и европейскими технопарками [5]. Идея «инновационного лифта» заключается в том, чтобы создать систему сквозной поддержки (финансовой, организационной, информационной) предпринимательских способностей и инициатив населения по всей инновационной цепочке создания добавленной стоимости – от идеи до этапа создания серийного производства и выхода на рынок.

Высказанные соображения весьма привлекательны, но все упирается в финансовые ресурсы. Государственные финансовые возможности весьма ограничены, особенно с учетом пандемии COVID-19 и других особенностей текущего периода. Поэтому выбор конкретных направлений инновационной деятельности должен быть всесторонне проанализирован, а инициативы должны взять на себя предприниматели (инвесторы) в тесном взаимодействии с научными структурами. Именно такой подход позволит легче решать вопросы финансирования и усилить самое слабое звено инновационной деятельности в Украине – коммерциализацию результатов научных и прикладных исследований. Только встречное движение со стороны заинтересованных предпринимателей и разработчиков инновационных идей может привести к созданию новых инновационных продуктов. Если инновационные идеи тех или иных научных центров не интересуют отечественных или зарубежных предпринимателей, то их государственная поддержка должна быть предме-

том особо тщательного анализа и принятия соответствующих решений, вплоть до прекращения финансирования государством или полной их ликвидации.

Практически все отрасли украинской промышленности нуждаются в кардинальном обновлении на основе инновационного подхода. Для примера рассмотрим черную металлургию.

Металлургия является одной из крупнейших отраслей отечественной экономики, производящей сырье для машиностроения, транспортной и строительной промышленности. Состояние дел в этой отрасли проанализировали В. Венгер и В. Хаустов [6, 7].

Глубокий и затяжной кризис 1991-1995 гг., а также ряд других факторов, привели к тому, что объемы выплавки чугуна сократились на 52,4 %, стали на 53,4 %. Преобладание негативных тенденций в металлургической отрасли было связано прежде всего с отсутствием внутреннего рынка черных металлов и снижением платежеспособного спроса тех секторов экономики, которые являются основными потребителями металла.

Но черная металлургия была первой отраслью в Украине, сумевшая выйти из кризиса и достаточно быстро переориентироваться с внутреннего рынка на экспорт. Благодаря экспортной ориентации металлургические предприятия в 2007 г. достигли наибольших (после 1990 г.) объемов производства чугуна – 35,6 млн. т, стали – 29,0 млн. т, готового проката – 24,5 млн. т, труб – 2,8 млн. т. Самые большие объемы полуфабрикатов зафиксированы в 2013 г. – 18,1 млн. т, что в 4,4 раза больше по сравнению с 1990 г. Но переориентировавшись на экспорт металлопродукции, отечественные производители изменили структуру производства, значительно сократив марочный и размерный сортаментный ряд, существенно уменьшив при этом производство высокотехнологичной продукции, что в принципе ухудшает будущую конкурентоспособность. Соответственно, сейчас основными продуктовыми группами в структуре экспорта отечественной металлургии являются полуфабрикаты и готовый прокат.

При этом экспортная ориентация металлургической отрасли сделал ее зависимой от конъюнктуры мирового рынка металлопродукции, характеризующегося сегодня жесткой конкуренцией из-за постоянного ввода ряда новых производственных мощностей. Основной предпосылкой усиления конкуренции на мировом рынке металлопродукции стала масштабная модернизация металлургических предприятий в странах с рыночной экономикой, произведенная еще в последние годы XX века. В ее основу было положено строительство современных экологически чистых металлургических мощностей для выпуска конечной продукции с высокой добавленной стоимостью. Фактически вместо выпуска мартовской стали металлургические предприятия ведущих стран мира перешли к кислородно-конверторному производству и выплавке электростали. Сегодня развитые и многие развивающиеся страны имеют конкурентоспособные металлургические мощности,

построенные преимущественно на новой энергоэффективной технологической основе, прогрессивную структуру производства и соответствуют мировым экологическим требованиям.

На отечественных металлургических предприятиях, которые за годы независимости подвергались лишь незначительной модернизации, наблюдается довольно значительный физический и моральный износ оборудования (от 50 до 65 %), у них низкая производительность труда, большая материалоемкость и энергоемкость.

Из-за устаревших технологий выплавки стали (за исключением завода «Интерпайп Сталь») на отечественных предприятиях практически не применяется прогрессивное электронно-лучевое плавление стали и методы прямого восстановления железных руд, относящиеся к пятому технологическому переделу и имеющие высокую добавленную стоимость.

В. Венгер и В. Хаустов [6, 7] считают, что для запуска процесса модернизации отечественных металлургических предприятий государству и их собственникам необходимо:

- способствовать развитию технического и технологического уровней производства согласно мировому уровню с целью существенного снижения энергетических и материальных затрат на производство продукции и улучшение экологического состояния окружающей среды;
- диверсифицировать производство и оптимизировать его структуру для увеличения номенклатуры новых сортов, в частности: электростали, производства специальных сталей и сплавов, титановых сплавов и проката, гнутых профилей;
- обеспечить координацию планов развития металлургии со стратегиями развития других отраслей промышленности Украины;
- сконцентрировать ресурсы на решении приоритетных задач;
- использовать любые возможности государственного влияния путем разработки и введения в действие законодательной базы, направленной на создание благоприятных условий для развития внутреннего рынка металлопродукции и обеспечение нужд Украины в собственной металлопродукции. Этого можно достичь путем активизации развития отраслей, потребляющих металл (машиностроительной, транспортной, энергетической, строительной, жилищно-коммунального хозяйства и др.);
- сформировать действенную и эффективную поддержку научно-технического потенциала страны, фундаментальных и прикладных исследований, направленных на обеспечение инновационного развития.

Эти и другие предложения должны лечь в основу Стратегии развития промышленности и конкретизироваться в рамках среднесрочного и краткосрочного планирования.

Состояние дел в других отраслях обрабатывающей промышленности во многом совпадает с тем, что про-

исходит в металлургии. Поэтому только комплексный подход в части видения будущего украинской промышленности позволит определить перспективы и перейти к системному решению локальных задач.

Учитывая слабые финансовые возможности Украины, государственная промышленная политика должна сосредоточиваться на тех направлениях поддержки, которые требуют сравнительно небольших бюджетных расходов, и на проектах, где возможная отдача по вложенным средствам наибольшая (или есть полное либо частичное финансирование внешними донорами). Меры, направленные на консервацию «старой» промышленности, как правило, не принесут достаточной отдачи, чтобы оправдать господдержку.

Государственная политика не должна сохранять консервацию (отставание) промышленности, а вместо этого должна стимулировать повышение технологического уровня производства в Украине.

В частности, А. Ангел и В. Кравчук считают, что это возможно благодаря поддержке внедрения Индустрии 4.0 [8]. Среди важных элементов этого нового типа производства – кибернетические-физические системы, искусственный интеллект, 3D – печать и др.

Внедрение Индустрии 4.0 позволит повысить производительность, гибкость и скорость производства, улучшить качество товаров именно за счет использования современных технологий. Это будет способствовать повышению конкурентоспособности производителей.

Естественно, отдельные идеи, лежащие в основе создания Индустрии 4.0 будут трансформироваться под влиянием событий, происходящих в мире. В частности, речь идет о пандемии COVID-19. Сейчас все больше говорят о том, что для каждого государства важна не только прибыль, которую оно получает от выпуска товаров, но и занятость собственных работников в производстве, их социальная защита, биологическая безопасность и многое др.

Продолжение в следующем номере журнала

Литература

1. Лашенко Г.И., Никитюк Ю.А. Расширение технологических возможностей сварочного производства. – К.: ДИА, 2019. – 360 с.
2. Форсайт економіки України: середньостроковий (2015- 2020 рр.) і довгостроковий (2020 - 2030 рр.) часові горизонти. / Науковий керівник проекту академік НАНУ М.З. Згуровський. – К.: КПІ, 2015. – 36 с.
3. Кораблин С. - ZN.UA. – 2019. - № 11.
4. Пидоричева И., Ляшенко В. - ZN.UA. – 2019. - № 39.
5. Пидоричева И., Ляшенко В. - ZN.UA. – 2019. - № 41.
6. Венгер В., Хаустов В. - ZN.UA. – 2019. - № 11.
7. Венгер В., Хаустов В. - ZN.UA. – 2019. - № 12.
8. Ангел А., Кравчук В. - ZN.UA. – 2019. - № 13.

●#2004

Система КПД газовых печей для термообработки сварочных электродов

Е.П. Шелепов, канд. техн. наук, ООО «Высокие технологии» (Москва)

КПД печи является общепринятым показателем, характеризующим степень усвоения затраченной энергии. При проведении конкретных расчетов результаты получаются неоднозначными, что вызвано различными подходами, заложенными в расчет. Такая ситуация приводит к необходимости рассмотреть эти подходы и скомпоновать полученные результаты в систему.

Одной из основных энергетических характеристик печей является КПД (η), который в общем виде определяется так:

$$\eta = N_{\text{пол.}} / N_{\text{затр.}} \cdot 100, \% \quad (1)$$

где: $N_{\text{пол.}}$ и $N_{\text{затр.}}$ – полезная и затраченная тепловые мощности, кВт.

Это простейшее математическое выражение в конкретном применении может дать различные результаты расчета, т.е. можно получить несколько вариантов КПД в зависимости от того, что вложить в понятие полезной и затраченной мощности. Поэтому целью статьи является получение (применительно к рассматриваемым печам) возможных вариантов КПД и объединение их в систему.

Наиболее распространен теплотехнический КПД - η_t , который показывает, какая доля теплоты, введенной в печь, полезно используется. Такой КПД не учитывает дополнительно израсходованную в печи электроэнергию и другие сопутствующие затраты, которые будут рассмотрены далее. В литературных источниках теплотехнический КПД имеет различные названия – КПД сушилки [1], КПД рабочего пространства печи [2], КПД производственного использования теплоты [3].

Полезная $N_{\text{пол.}}$ и затраченная $N_{\text{затр.}}$ мощности для расчета теплотехнического КПД η_t определяются из уравнения теплового баланса печи:

$$N_{\text{хт.}}^{\text{печ}} + N_{\text{фт.}}^{\text{печ}} + N_{\text{в.}}^{\text{печ}} + N_{\text{вл1.}} + N_{\text{п1.}} + N_{\text{ст1.}} + N_{\text{тр1.}} = N_{\text{вл2.}} + N_{\text{п2.}} + N_{\text{ст2.}} + N_{\text{тр2.}} + N_{\text{ос.}} + N_{\text{ип.}} + N_{\text{ух.}}^{\text{печ}}, \quad (2)$$

где: а) приходные статьи баланса: $N_{\text{хт.}}^{\text{печ}}$, $N_{\text{фт.}}^{\text{печ}}$, $N_{\text{в.}}^{\text{печ}}$ – тепловые мощности, поступающие с химической и физической теплотой природного газа, а также с воздухом, и обеспечивающие тепловой процесс в печи, кВт. Эти мощности не включают в себя потери в топке и трубопроводах, которые оцениваются отдельно с помощью КПД $\eta_{\text{гоп}} = 0,8 - 0,9$.

$N_{\text{вл1.}}$, $N_{\text{п1.}}$, $N_{\text{ст1.}}$, $N_{\text{тр1.}}$ – тепловые мощности, поступающие в печь с влагой в покрытии, с сухим покрытием, со стержнями и транспортными средствами, кВт.

б) расходные статьи баланса: $N_{\text{вл2.}}$, $N_{\text{п2.}}$, $N_{\text{ст2.}}$, $N_{\text{тр2.}}$, $N_{\text{ос.}}$ – тепловые мощности с выходящими из печи остаточной влагой в покрытии, с сухим покрытием, со стержнями, с транспортными средствами, теряемые в окружающую среду через ограждающие конструкции, кВт.

Отдельно следует пояснить расходные статьи $N_{\text{ип.}}$ и $N_{\text{ух.}}^{\text{печ}}$. Поток уходящих газов состоит из паров влаги, испарившейся из покрытия, и из смеси продуктов горения, и избыточного воздуха. Тепловая мощность, израсходованная в печи на испарение влаги и перегрев паров $N_{\text{ип.}}$, переходит в поток уходящих газов. Поскольку $N_{\text{ип.}}$ – является одной из полезных статей для расчета КПД, то она учитывается отдельно. В этом случае $N_{\text{ух.}}^{\text{печ}}$ – та часть тепловой мощности, которая уносится из печи смесью продуктов горения и избыточного воздуха при расходе топлива, не включающего в себя потери в топке и трубопроводах.

Такие составляющие теплового баланса как: $N_{\text{хт.}}^{\text{печ}}$, $N_{\text{фт.}}^{\text{печ}}$, $N_{\text{в.}}^{\text{печ}}$, $N_{\text{ух.}}^{\text{печ}}$ трактуются в литературе по разному. Поэтому рассмотрим два варианта теплового баланса – полный [1, 4] и котельно-печной [2, 3, 5, 6] (табл. 1) и соответствующие этим балансам расходы топлива и КПД.

Приведем расшифровку таблицы. Величины, обозначенные буквой Q – отнесены к 1 м³ сгоревшего природного газа; $V^{\text{печ}}$ – расход природного газа, потребный для теплового процесса в печи (т.е. без учета потерь в топке и трубопроводах), м³/с; $Q_{\text{н.}}^{\text{р}}$ – низшая теплотворная способность природного газа, кДж/м³; $Q_{\text{фаз.}}^{\text{гор.}}$, $Q_{\text{фаз.}}^{\text{т.}}$, $Q_{\text{фаз.}}^{\text{в.}}$ – теплота фазового пре-

Таблица 1. Тепловые балансы

Статьи баланса из уравнения (2)	Полный	Котельно-печной
Приход, кВт		
$N_{\text{хт.}}^{\text{печ}}$	$V^{\text{печ}}(Q_{\text{н.}}^{\text{р}} + Q_{\text{фаз.}}^{\text{гор.}})$	$V^{\text{печ}} Q_{\text{н.}}^{\text{р}}$
$N_{\text{фт.}}^{\text{печ}}$	$V^{\text{печ}}(Q_{\text{сп.}}^{\text{т.}} + Q_{\text{фаз.}}^{\text{т.}})$	$V^{\text{печ}} Q_{\text{сп.}}^{\text{т.}}$
$N_{\text{в.}}^{\text{печ}}$	$V^{\text{печ}}(Q_{\text{сп.}}^{\text{в.}} + Q_{\text{фаз.}}^{\text{в.}})$	$V^{\text{печ}} Q_{\text{сп.}}^{\text{в.}}$
$N_{\text{вл1.}} + N_{\text{п1.}} + N_{\text{ст1.}} + N_{\text{тр1.}}$	А	А
Расход, кВт		
$N_{\text{вл2.}} + N_{\text{п2.}} + N_{\text{ст2.}} + N_{\text{тр2.}} + N_{\text{ос.}}$	С	С
$N_{\text{ип.}}$	$N_{\text{ип.}}$	$N_{\text{ип.}}$
$N_{\text{ух.}}^{\text{печ}}$	$V^{\text{печ}}(Q_{\text{сух.}}^{\text{ух.}} + Q_{\text{ип.}}^{\text{ух.}} + Q_{\text{фаз.}}^{\text{ух.}})$	$V^{\text{печ}}(Q_{\text{сух.}}^{\text{ух.}} + Q_{\text{ип.}}^{\text{ух.}})$

вращения: пара, образовавшегося при горении, содержащаяся в природном газе и в воздухе, соответственно, кДж/м³;

$Q_{\text{сп}}^{\text{т}}, Q_{\text{сп}}^{\text{в}}, Q_{\text{сух}}^{\text{yx}}, Q_{\text{шт}}^{\text{yx}}$ - количество теплоты, содержащейся в сухой части и в перегретом паре: природного газа, воздуха и уходящих газов, соответственно, кДж/м³. Методика вычисления этих величин приведена в [7].

$$A = N_{\text{в.л1}} + N_{\text{п1}} + N_{\text{ср1}} + N_{\text{тр1}}, \text{ кВт};$$

$$C = N_{\text{в.л2}} + N_{\text{п2}} + N_{\text{ср2}} + N_{\text{тр2}} + N_{\text{ос}}, \text{ кВт};$$

Использование котельно-печного теплового баланса вызвано тем, что расчеты по нему несколько проще, а результаты расчета расхода топлива получаются одинаковыми. В самом деле, если подставить данные *табл. 1* в уравнение (2), то расход топлива, подсчитанный по котельно-печному балансу, определится из выражения:

$$V = (N_{\text{печ}} + C - A) / ((Q_{\text{п}}^{\text{п}} + Q_{\text{сп}}^{\text{т}} + Q_{\text{сп}}^{\text{в}} - Q_{\text{сух}}^{\text{yx}} - Q_{\text{шт}}^{\text{yx}}), \text{ м}^3/\text{с} \quad (3)$$

Точно такое же выражение получается и при использовании полного теплового баланса. Это происходит потому, что величины фазового превращения $V_{\text{печ}} \cdot Q_{\text{фаз}}^{\text{гор}}, V_{\text{печ}} \cdot Q_{\text{фаз}}^{\text{т}}, V_{\text{печ}} \cdot Q_{\text{фаз}}^{\text{в}}$ присутствуют как в приходных, так и в расходных статьях полного теплового баланса (*табл. 1*) и в этом случае их алгебраическая сумма равна нулю.

Расход природного газа в печи с учетом $\eta_{\text{топ}}$ составит:

$$V = V_{\text{печ}} / \eta_{\text{топ}} \quad (4)$$

Однако, здесь, как и в случае с водонагревателями [7], использование котельно-печного баланса дает завышенные значения расчетного КПД, что будет показано далее. Для этого приведем сначала обоснование выражения для полезной тепловой мощности $N_{\text{пол}}$.

В сушильной технике [1, 4] при подсчете КПД за полезную тепловую мощность $N_{\text{пол}}$ принимают только $N_{\text{шт}}$. Но такой подход не применим к печам для термообработки электродов. Это объясняется тем, что $N_{\text{шт}}$ можно было бы принять за $N_{\text{пол}}$ только на начальной стадии сушки электродов, когда удаляется влага, слабо связанная с мицеллами жидкого стекла. Затраты теплоты на этот процесс – примерно такие же, как и при испарении воды со свободной поверхности, т.е. эту стадию термообработки можно было бы считать чисто сушильным процессом.

Однако, после испарения части влаги вязкость раствора жидкого стекла повышается и в дальнейшем уже необходимо удалять молекулы воды, связанные прочными связями с мицеллами жидкого стекла, а также со стенками капилляров, пронизывающих покрытие. Для преодоления этих видов связи требуется энергия более высоких температур, что и осуществляется при высокотемпературной сушке и при прокатке. Таким образом, нагрев электродов является технологически необходимой операцией и затраты тепловой мощности на нагрев покрытия

$N_{\text{п}}$ и стержней $N_{\text{ср}}$ необходимо отнести к полезным, вкупе с $N_{\text{шт}}$, т.е.

$$N_{\text{пол}} = N_{\text{шт}} + N_{\text{п}} + N_{\text{ср}}, \text{ кВт} \quad (5)$$

где: $N_{\text{п}} = N_{\text{п2}} - N_{\text{п1}}; N_{\text{ср}} = N_{\text{ср2}} - N_{\text{ср1}}$ – тепловые мощности, полученные в печи сухим покрытием и стержнями, кВт.

По своей физической сущности такое выражение для полезной тепловой мощности $N_{\text{пол}}$ используется в печной теплотехнике [2, 3]. Отметим, что $N_{\text{пол}}$ остается неизменной для всех вариантов КПД, рассматриваемых далее.

Обратимся теперь к затраченной тепловой мощности $N_{\text{затр}}$. Она при расчете $\eta_{\text{т}}$ равна сумме приходных статей теплового баланса (*табл. 1*), но с учетом $\eta_{\text{топ}}$. Такой подход имеется в [1, 4].

$$N_{\text{затр}} = (N_{\text{хт}}^{\text{печ}} + N_{\text{фрт}}^{\text{печ}} + N_{\text{в}}^{\text{печ}}) / \eta_{\text{топ}} + A = N_{\text{хт}} + N_{\text{фрт}} + N_{\text{в}} + A, \text{ кВт} \quad (6)$$

где: $N_{\text{хт}}, N_{\text{фрт}}, N_{\text{в}}$ – тепловая мощность химической и физической теплоты природного газа, а также физической теплоты воздуха с учетом $\eta_{\text{топ}}$, кВт.

Для полного теплового баланса:

$$N_{\text{хт}} = N_{\text{хт}}^{\text{печ}} / \eta_{\text{топ}} = V_{\text{печ}} (Q_{\text{п}}^{\text{п}} + Q_{\text{фаз}}^{\text{гор}}) / \eta_{\text{топ}} = V (Q_{\text{п}}^{\text{п}} + Q_{\text{фаз}}^{\text{гор}}), \text{ кВт} \quad (7 \text{ а})$$

$$N_{\text{фрт}} = N_{\text{фрт}}^{\text{печ}} / \eta_{\text{топ}} = V_{\text{печ}} (Q_{\text{сп}}^{\text{т}} + Q_{\text{фаз}}^{\text{т}}) / \eta_{\text{топ}} = V (Q_{\text{сп}}^{\text{т}} + Q_{\text{фаз}}^{\text{т}}), \text{ кВт} \quad (7 \text{ б})$$

$$N_{\text{в}} = N_{\text{в}}^{\text{печ}} / \eta_{\text{топ}} = V_{\text{печ}} (Q_{\text{сп}}^{\text{в}} + Q_{\text{фаз}}^{\text{в}}) / \eta_{\text{топ}} = V (Q_{\text{сп}}^{\text{в}} + Q_{\text{фаз}}^{\text{в}}), \text{ кВт} \quad (7 \text{ в})$$

Для котельно-печного теплового баланса:

$$N_{\text{хт}} = V Q_{\text{п}}^{\text{п}}, \text{ кВт} \quad (8 \text{ а}),$$

$$N_{\text{фрт}} = V Q_{\text{сп}}^{\text{т}}, \text{ кВт} \quad (8 \text{ б}),$$

$$N_{\text{в}} = V Q_{\text{сп}}^{\text{в}}, \text{ кВт} \quad (8 \text{ в})$$

В итоге, выражение для теплотехнического КПД примет вид:

$$\eta_{\text{т}} = N_{\text{пол}} \cdot 100 / N_{\text{затр}} = (N_{\text{шт}} + N_{\text{п}} + N_{\text{ср}}) \cdot 100 / (N_{\text{хт}} + N_{\text{фрт}} + N_{\text{в}} + A), \% \quad (9)$$

Следует отметить, что $N_{\text{пол}}$ одинакова для полного и котельно-печного тепловых балансов. В то же время выражения (7 а, 7 б, 7 в) и (8 а, 8 б, 8 в) показывают, что $N_{\text{затр}}$ для полного теплового баланса больше, чем для котельно-печного. Поэтому $\eta_{\text{т}}$ для полного теплового баланса получается меньше за счет введения в расчет реально поступающих в печь - $Q_{\text{фаз}}^{\text{гор}}, Q_{\text{фаз}}^{\text{т}}, Q_{\text{фаз}}^{\text{в}}$. Другими словами, КПД, подсчитанный по методике котельно-печного баланса, дает завышенную оценку энергетической эффективности печи.

Приведем пример расчета $\eta_{\text{т}}$ для газовой сушильной туннельной печи Газ.Ст. описание которой имеется в [8].

Техническая характеристика печи Газ.СТ

Количество туннелей	1
Длина туннеля, м	42,8
Установленная мощность, кВт	
- двигателей вентиляторов	13
- двигателей приводов механизмов	5,5
Производительность горелок по газу, м ³ /ч	23

Таблица 2. Результаты испытаний печи

Показатели	Значения
Производительность, кг/ч	1370
Температура, °С	110
Диаметр и длина электродов, мм	4; 450
Коэффициент массы покрытия, %	36
Вид покрытия	Основное
Величины $Q_{\text{хт}}^{\text{р}}$; $Q_{\text{фаз}}^{\text{гор}}$, кДж/м ³	34 506; 3903
Расход природного газа, м ³ /с (м ³ /ч)	0,00289 (10,4)
Величины $N_{\text{ит}}$; $N_{\text{п}}$; $N_{\text{ст}}$, кВт	26,72; 6,71; 10,55
Величины $N_{\text{хт}}$; $N_{\text{фт}}$; $N_{\text{в}}$, кВт - для полного теплового баланса - для котельно-печного теплового баланса	111,0; 0,153; 30,7 99,7; 0,0449; 8,85
Величина А, кВт	9,55
Мощность, кВт - потребляемая вентиляторами - потребляемая механизмами	7,6 0,4

Показатели работы печи приведены в табл. 2.

В рассмотренном случае $\eta_{\text{т}} = 37,2\%$ для котельно-печного теплового баланса и $\eta_{\text{т}} = 29\%$ для методически более обоснованного полного теплового баланса (табл. 3).

На величину теплотехнического КПД оказывают влияние конструктивные решения (наличие или отсутствие устройств для рециркуляции газов, масса и теплоемкость транспортных средств, количество технологических отверстий, наружное или внутреннее расположение топки), параметры режимно-наладочной карты, изношенность футеровки. Для выявления возможности повышения КПД более показательным является его определение по обратному тепловому балансу [3]:

$$\eta_{\text{т}}^{\text{обр}} = (1 - N_{\text{пот}} / N_{\text{затр}}) \cdot 100\%, \quad (10)$$

где: $N_{\text{пот}} = N_{\text{затр}} - N_{\text{пол}}$ – потери мощности в печи, кВт.

Из физической интерпретации формул (9), (10) и из данных табл. 3 видно, что $\eta_{\text{т}}^{\text{обр}} = \eta_{\text{т}}$.

Рассмотрим теперь топливный КПД:

$$\eta_{\text{топ}} = N_{\text{пол}} \cdot 100 / N_{\text{хт}}, \% \quad (11)$$

Он показывает, какая доля от химической теплоты топлива затрачена на полезную тепловую мощность. Этот КПД называют также технологическим [2]. В приведенном примере он равен 44,1% для котельно-печного баланса и 39,6% для полного (табл. 3). С помощью $\eta_{\text{топ}}$ можно рассчитать расход природного газа на полезную тепловую мощность и на потери собственно в печи.

Печи для термообработки электродов, как правило, снабжаются вентиляторами и механизмами. Мощность, потребляемая ими должна входить в затратные статьи. В этом случае получается цеховой КПД – $\eta_{\text{ц}}$, характеризующий общие затраты мощности на печь, имеющие место в цехе:

$$\eta_{\text{ц}} = N_{\text{пол}} \cdot 100 / (N_{\text{хт}} + N_{\text{фт}} + N_{\text{в}} + A + N_{\text{с}}), \% \quad (12)$$

где: $N_{\text{с}} = N_{\text{вент}} + N_{\text{м}}$ – сопутствующая электрическая мощность, потребляемая вентиляторами и механизмами, кВт.

Цеховой КПД $\eta_{\text{ц}}$ получается ниже теплотехнического. Он составляет 27,6% для полного теплового баланса и 34,9% для котельно-печного (табл. 3).

Величина $\eta_{\text{ц}}$ не включает в себя затраты природного газа на выработку электроэнергии и передачу ее к печи. При этом следует отметить, что при выработке и передаче электроэнергии имеются потери, которые тоже нужно учитывать [2, 3].

В связи с этим пользуются понятием энергетического КПД – $\eta_{\text{э}}$, который в нашем случае определяется из выражения:

$$\eta_{\text{э}} = N_{\text{пол}} \cdot 100 (N_{\text{хт}} + N_{\text{фт}} + N_{\text{в}} + A + N_{\text{с}}^{\text{ит}} / \eta_{\text{вн}}), \% \quad (13)$$

где: $N_{\text{с}}^{\text{ит}}$ – сопутствующая электрическая мощность, выработанная с использованием природного газа, кВт; $\eta_{\text{вн}}$ – КПД при выработке и передаче электроэнергии.

Таблица 3. Система КПД

Наименование, обозначение	Величина, %		Характеристика
	Полный т.б. ¹⁾	Котельно-печной т.б. ¹⁾	
Теплотехнический, $\eta_{\text{т}}$	29,0	37,2	Показывает, какая доля теплоты, введенной в печь, с топливом (с его химической и физической теплотой), с воздухом, с садкой, полезно используется
Теплотехнический по обратному т.б. ¹⁾ , $\eta_{\text{т}}^{\text{обр}}$	29,0	37,2	Дает возможность выявить наиболее значимые потери теплоты
Топливный, $\eta_{\text{топ}}$	39,6	44,1	Показывает, какая доля от химической теплоты топлива, израсходованного в печи, полезно используется
Цеховой, $\eta_{\text{ц}}$	27,6	34,9	В дополнение к $\eta_{\text{т}}$ учитывает электрическую мощность $N_{\text{с}}$ потребленную печью в цехе. При этом не рассматривается источник получения $N_{\text{с}}$.
Энергетический, $\eta_{\text{э}}$	27,5	34,7	В дополнение к $\eta_{\text{т}}$ учитывает только ту электрическую мощность, которая выработана с использованием природного газа. Учитывается также КПД выработки и передачи электроэнергии.
Итоговый, $\eta_{\text{ит}}$	26,3	33,0	В дополнение к $\eta_{\text{э}}$ учитывает потери природного газа в магистральном трубопроводе.

¹⁾ т.б. – тепловой баланс

По данным [9] в 2018 г. в единую энергосистему (ЕЭС) РФ поступило 1070,9 млрд кВт·ч электроэнергии. Из них на тепловых электростанциях (ТЭС) выработано 672,9 млрд кВт·ч. Примерно 75 % ТЭС используют природный газ, т.е. с применением природного газа выработано около 500 млрд кВт·ч или $500/1070,9 = 47\%$ от общего количества электроэнергии. Поэтому можно принять: $N_c^{тр} = 0,47 N_c$, кВт(14)

Обратимся теперь к КПД выработки и передачи электроэнергии $\eta_{вп}$. Современные ТЭС подразделяются на две основные группы – конденсационные (ГРЭС) и теплофикационные (ТЭЦ). Каждая из групп выдает в ЕЭС РФ примерно одинаковое количество электроэнергии. В то же время КПД ТЭЦ составляет 60–70 %, а ГРЭС, как правило, 32–34 % [10]. Правда, в последние годы появились технические решения [11], повышающие КПД ГРЭС до 55–56 %. С учетом изложенного можно ориентировочно принять КПД выработки электроэнергии на ТЭС равным 50%.

При распределении электроэнергии потребителям ее потери составляют около 7% при расстоянии от линии ЕЭС менее 100 км и с учетом потерь в понижающих трансформаторах [12]. Таким образом, ориентировочно можно принять $\eta_{вп} = 50 - 7 = 43\%$.

Расчеты, проведенные для нашего примера (табл. 3), показывают, что η_v и $\eta_{ц}$ практически одинаковы.

Переходим теперь к вопросу потерь природного газа при его транспортировке от скважины к потребителю. Газ находится в газовых пластах под высоким давлением, при воздействии которого выходит на поверхность через скважины. После выхода из скважины газ подвергается очистке и осушке, после чего направляется по магистральным трубопроводам к потребителю. Для преодоления сопротивления, возникающего при движении газа, на трассе газопровода сооружаются газоперекачивающие компрессорные станции.

Около 86% из них снабжены перекачивающи-

ми агрегатами с газотурбинным приводом (ГТП), остальные – с электрическим [12]. По данным [12] на собственные нужды тратится около 6 % перекачиваемого агрегатами с ГТП природного газа, а по данным [13] эти затраты составляют не менее 10%.

Приняв потери на собственные нужды при транспортировке природного газа $\Delta N_{тр}^{тр}$ в размере 6% получим: $\Delta N_{тр}^{тр} = 0,06 (N_{хт} + N_c^{тр})$, кВт.

Или для полного теплового баланса:

$$\Delta N_{тр}^{тр} = 0,06 [V (Q_{н}^p + Q_{фаз}^{top}) + 0,47N_c] \text{, кВт(15)}$$

для котельно-печного теплового баланса:

$$\Delta N_{тр}^{тр} = 0,06 V \cdot Q_{н}^p + 0,0282 N_c \text{, кВт (16)}$$

Отметим, что $\Delta N_{тр}^{тр}$ характеризует потери природного газа, предназначенного не только для печи, но и для электростанции.

Итоговый КПД печи – $\eta_{ит}$ учитывающий суммарные затраты в печи, на электростанции и в магистральном трубопроводе вычисляется из выражения $\eta_{ит} = N_{пол} \cdot 100 / (N_{хт} + N_{фр} + N_b + A + N_c^{тр} / \eta_{вп} + \Delta N_{тр}^{тр})$, % (17)

Итоговый КПД имеет самую низкую величину (26,3 и 33 %) из всех рассмотренных (табл. 3). Это получилось потому, что он учитывает все имеющиеся потери природного газа.

Энергия, заключенная в 1 м³ природного газа, составляет:

$$Q_{н}^p + Q_{фаз}^{top} = 38\,409 \text{ кДж/м}^3 \text{ или } 10,7 \text{ кВт}\cdot\text{ч/м}^3.$$

С учетом этого для нашего цифрового примера подсчитаны суммарный и постатейные расходы природного газа (табл. 4).

Из данных табл. 4 видно, что полезные затраты составляют 4,1 м³/ч, а потери – (6,3 + 0,82 + 0,64) = 7,76 м³/ч. Расход топлива в печи составляет (4,1 + 6,3) = 10,4 м³/ч. Кроме того, из табл. 4 видно, что если из скважины поступило 1 000 м³ природного газа, то полезно израсходовано только 346 м³, остальные (531+69+54) = 654 м³ - потери.

Полученная система КПД (табл. 3) включает в себя 12 вариантов возможных КПД, величина которых в зависимости от подходов для его определения колеблется от 26,3 до 44,1 %. Половина из этих вариантов, подсчитанная по методике котельно-печного теплового баланса, дает завышенные значения КПД. Физически обоснованные величины КПД дает вторая половина, подсчитанная по методике полного теплового баланса. Но, поскольку на практике может использоваться любой из рассмотренных подходов, то, говоря о КПД, необходимо пояснять какой смысл заложен в полезные и затратные статьи.

Литература

1. Филоненко Г.К., Лебедев П.Д. Сушильные установки. – М. – Л.: Госэнергоиздат, 1952. – 264 с.
2. Щукин А.А. Газовое и печное хозяйство заводов. – М. – Л.: Энергия, 1966. – 232 с.
3. Семененко Н.А. Вторичные энергоресурсы промышленности и энерготехнологическое комбинирование. - М.: Энергия, 1968. – 296 с.

Таблица 4. Расход природного газа

Статьи расхода	Расход для печи, м ³ /ч	Расход в расчете на 1 000 м ³ поступления из скважины, м ³
Полезный расход	4,1	346
Потери в печи, топке и трубопроводах	6,3	531
Сопутствующие потери при выработке электроэнергии	0.82	69
Потери в магистральном трубопроводе	0.64	54
Суммарный расход	11,86	1 000

4. Промышленные тепломассообменные процессы и установки. / Под ред. Бакластова А.М./ – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 328 с.

5. Трёмбовля В.И., Фингер Е.Д., Авдеева А.А. Теплотехнические испытания котельных установок. - М.: Энергия, 1977.– 296 с.

6. Расчеты нагревательных печей. / Под ред. Тайца Н.Ю.– Киев: Техника, 1969. – 540 с.

7. Шелепов Е.П. КПД газовых водонагревателей. // Сварщик в России.– 2017.– № 3.–С. 22–27.

8. Шелепов Е.П. Энергетические показатели печей с разделным способом термической обработки электродов. // Сварочное производство. - 2012. – № 2. – С. 37–46.

9. Яндекс. Официальный сайт Министерства энергетики РФ. Основные характеристики Российской электроэнергетики.

10. <https://yandex.ru/search>. КПД тепловых электростанций.

11. www.yandex.ru, www.ogk2.ru. Строительство энергоблока № 4 Череповецкой ГРЭС на базе парогазовой технологии.

12. Сагитов Р.Р. Повышение эффективности эксплуатации элементов компрессорных станций на базе эксергетического анализа. Дисс. канд. техн. наук. – М.: Московский энергетический институт, 2014. – 167 с.

13. Васильев Б.Ю., Сутунин М.Н. Энергетическая, экономическая и экологическая эффективность использования газоперекачивающих агрегатов с электроприводом. // Современные научные исследования и инновации. – 2014. – № 5. – Ч.1 [электрон. ресурс].

●#2005

XIII МІЖНАРОДНА СПЕЦІАЛІЗОВАНА ВИСТАВКА

КІЇВСЬКИЙ
ТЕХНІЧНИЙ ЯРМАРОК

27–30 квітня
2021

Україна, м. Київ | Міжнародний Виставковий Центр

(044) 201-11-56 www.iec-expo.com.ua

ЗАПРОШЕННЯ

Шановні друзі!
Раді запросити Вас відвідати
щорічну галузеву виставку з машинобудування

Київський технічний ярмарок-2021

Щиро сподіваємося побачити представників
Вашої компанії серед гостей нашого заходу!!!

З повагою і вдячністю,
колектив МВЦ

Онлайн реєстрація
на сайті
ОБОВ'ЯЗКОВА

Години роботи:	
вівторок.....27 квітня	10.00–18.00
середа.....28 квітня	10.00–18.00
четвер.....29 квітня	10.00–17.00
п'ятниця.....30 квітня	10.00–17.00
вхід до 17.30 (у п'ятницю до 16.30)	



Если у Вас возникли вопросы по технологии сварки, организации рабочих мест сварщиков, правильному выбору сварочных материалов и оборудования, Вы можете отправить письмо в редакцию журнала по адресу: 03150, Киев, а/я 337 или e-mail: demuv@ukr.net, позвонить по тел. +38(044) 205 26 07, м. (050) 331 56 65. На Ваши вопросы ответит кандидат технических наук, Международный инженер-сварщик (IWE) Юрий Владимирович ДЕМЧЕНКО.

Почему, несмотря на то, что высоколегированные стали называются нержавеющей, при определенных условиях они и их сварные соединения подвержены коррозии.

«КАГМАСЛО» и др. (з. Кагарлык)

Рассмотрим виды коррозии изделий из нержавеющей стали, а также методы ее защиты.

Точечная коррозия

Точечная коррозия – это вид крайне узко локализованной коррозии, приводящей к образованию небольших отверстий в металле. Движущей силой точечной коррозии служит недостаток кислорода в небольшой области. Эта зона становится анодной, в то время как зона избытка кислорода становится катодной, вызывая узко локализованную гальваническую коррозию. Коррозия этого типа имеет свойство проникать в глубь металла. Ограниченная диффузия ионов сохраняет местный недостаток кислорода. Этот вид коррозии весьма коварен, поскольку он не причиняет значительного вреда поверхности металла, при этом глубоко повреждая его структуру. Питтинги на поверхности металла зачастую скрыты продуктами коррозии.

Развитие питтинга начинается с небольшого поверхностного дефекта: царапины, местного изменения состава или повреждения защитного покрытия. Полированные поверхности демонстрируют более высокую устойчивость к точечной коррозии, если по-

лирование было выполнено правильно. Некачественная полировка может ускорить развитие коррозии.

Точечной коррозии обычно более всего подвержены те сплавы, коррозионная устойчивость которых обеспечивается поверхностным слоем: нержавеющей стали, никелевые и алюминиевые сплавы. Металлы же, подверженные равномерной коррозии, обычно не страдают от точечной коррозии. Например, обыкновенная углеродистая сталь в морской воде будет равномерно разрушаться под действием коррозии, в то время как на нержавеющей стали будут возникать питтинги. Добавление около 2% молибдена повышает стойкость нержавеющей сталей к точечной коррозии. Присутствие хлоридов (например, в морской воде) значительно повышает образование и рост питтингов через автокаталитический процесс. Стоячая вода также способствует точечной коррозии.

Точечная коррозия является самым распространенным видом коррозионного разрушения нержавеющей стали, приводящий к образованию отверстий в баках, резервуарах и стенках труб. Она встречается в виде небольших в диаметре, но глубоких полостей (питтингов). Их диаметр обычно не превышает 1 мм, но проникновение в глубину металла может быть велико.

В коррозионной реакции в роли анодов выступают питтинги, катодом служит остальная поверхность. Старт образованию питтинга дает повреждение защитной оксидной пленки (пассивного слоя) на поверхности стали. Обычно эти повреждения представляют собой включения в сталь посторонних примесей, например, таких как сера. Посторонние включения могут приводить к местной нехватке легирующих элементов, тем самым нарушая равномерность защитного оксидного слоя.

Благоприятные условия для точечной коррозии – это умеренно высокая температура, высокая концентрация хлорид-ионов и прочих галогенидов (фторидов, бромидов, йодидов). Кислотные среды также способствуют развитию питтингов, которые сами по себе кислотные.

Кислотность внутри питтинга – это та причина, по которой они, однажды образовавшись, продолжают расти вглубь.

Числовой эквивалент стойкости к точечной коррозии (PREN)

Числовой эквивалент стойкости к точечной коррозии (PREN) – это полезный справочный показатель, отражающий склонность определенных

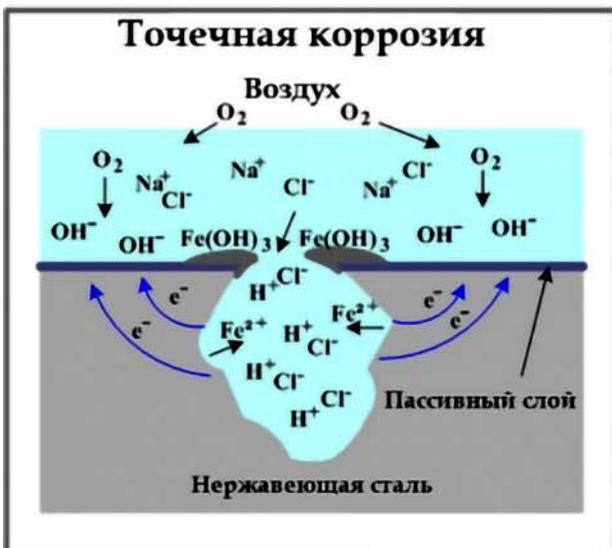


Рис. 1. Точечная коррозия

нержавеющих сталей к образованию питтингов. Его следует использовать только в качестве ориентира, а не как гарантированный способ предсказания коррозионной устойчивости в любых обстоятельствах. Было обнаружено, что сплавы, имеющие высокую концентрацию азота (N), хрома (Cr) и молибдена (Mo), демонстрируют высокую устойчивость к точечной коррозии. Сравнительная эффективность сочетания этих элементов выражается следующей формулой:

$$PREN = (\%Cr) + (3,3 \times \%Mo) + (16 \times \%N)$$

(обращаем внимание, что в некоторых вариантах используется 32 x %N)

Чем выше значение показателя PREN, тем выше устойчивость к точечной коррозии. Типичные значения показателя PREN таковы:

Марка стали	PREN
430	16
444	25
304	19
304LN	21
316	26
316LN	27,5
904L	36
Zeron 100	41
SAF 2507	42

Щелевая коррозия – это второй по распространенности вид повреждения нержавеющей сталей после точечной коррозии. Щелевая коррозия возникает в тех местах, где между стальным изделием и другим предметом образуется небольшой зазор. В роли этого второго предмета обычно выступает изолирующий материал: уплотнитель или резиновая прокладка, хотя это может быть и металлический предмет. Геометрия зазора – решающий фактор начала развития щелевой коррозии. Зазор должен быть достаточно большим для проникновения химически агрессивной жидкости, но не настолько большим, чтобы материал мог вымываться из зазора течением или конвекцией жидкости.

Механизм образования щелевой коррозии хорошо известен. Первая стадия – это накопление в зазоре агрессивных ионов (таких как хлорид-ионы) и вытеснение кислорода из раствора внутри зазора. Это приводит к формированию анода в зазоре, а материал вне зазора становится катодом. Коррозия образуется в зазоре по двум причинам: во-первых, пассивная пленка разрушается из-за вытеснения кислорода, во-вторых, коррозионные реакции в анодной зоне вызывают изменение кислотности среды (со временем кислотность в зазоре возрастает).

Правильное проектирование – один из лучших способов избежать щелевой коррозии. Выбор материалов сравним с ним по важности. Щелевая коррозия наиболее интенсивна в кислотных условиях, в хлоридсодержащих нетекучих средах. Катодная защита может снизить уровень как точечной, так и

щелевой коррозии, повышая щелочность анодного участка. Повышение текучести среды также уменьшит последствия обеих форм местной коррозии.

Пассивирование нержавеющей стали

Для условий, где риск возникновения точечной коррозии является критичным фактором, общепринятой практикой для придания большей равномерности поверхности металла служит пассивирование.

Оно выполняется путем нанесения на поверхность окислителей, которые растворяют железо, но не оксиды легирующих элементов. Стандарт ASTM A967-1 в качестве простого и относительно безопасного способа предлагает применять 8%-ю лимонную кислоту в течение 3 ч при комнатной температуре. Пассивирование проходит быстрее при использовании 20%-ой азотной кислоты в течение 30 мин. при 55°C. Для улучшения процесса пассивации к азотной кислоте также может быть добавлен 2%-й дихромат натрия, но это значительно снижает безопасность. Для пассивации нержавеющей стали также может быть использована фтороводородная кислота, но этот процесс очень опасен. В фармацевтической индустрии для пассивации иногда используется особо чистый раствор фосфорной кислоты. В кислотах, используемых для пассивирования, должны практически отсутствовать хлорид- и фторид-ионы, иначе может возникнуть точечная коррозия стали.

Скорость процесса пассивации с использованием как азотной, так и лимонной кислоты можно повысить путем увеличения температуры. Пассивация может длиться от нескольких минут до нескольких дней в зависимости от марок обрабатываемой стали.

Стандарты ASTM – это лишь общие рекомендации. Химикаты, условия и время воздействия должны подбираться в соответствии с предполагаемыми условиями эксплуатации, включая характер коррозионной среды.

Проверка эффективности пассивирования может быть электрохимической, с использованием кривых поляризации и карты потенциалов, или химической, путем проведения анализа на сульфаты меди либо ферроцианиды. Электрохимические методы более совершенны, они выигрывают в точности и предоставляют больше информации.

Там, где положительный участок кривой вертикален или близок к вертикали, находится пассивная область, т.е. на поверхности присутствует высокопрочная тонкая пленка хрома. Диапазон напряжений, в котором пленка остается стабильной, является показателем ее качества.

Сенсибилизация нержавеющей сталей и коррозия сварных швов

Сенсибилизация нержавеющей стали – это вид межкристаллитной (межзеренной) коррозии, который приводит к выпадению кристаллов стали с поверхности металла, как показано на *рис. 2*. Если это явление происходит в зоне сварного соединения, его часто называют коррозией сварного шва. Если сенсибилизация происходит в пределах



Рис. 2. Межкристаллитная (межзеренная) коррозия

узкой полосы, это называется *ножевой коррозией*: в прошлом нагретая область лезвия стального ножа вблизи рукоятки имела свойство терять кристаллы, оставляя чернеющие выемки. Нержавеющая сталь 316 может sensibilizироваться при нагревании до температур в диапазоне 480-900°C. При более высоких температурах sensibilizация может начаться по прошествии всего лишь 3-х мин. Если температура ниже, потребуется более часа.

Sensibilizация вызывает коррозию, т.к. межзеренные границы теряют хром из-за образования интерметаллических карбидов. Шесть атомов углерода изымают из сплава 23 атома хрома. Это может привести к снижению местного содержания хрома с 18 до 12%. Когда sensibilizированная нержавеющая сталь встречается с агрессивной средой, центр кристалла становится катодом, а межзеренная граница – очень активным местным анодом. Начальный период развития процесса может затянуться, поскольку разрушение поверхностных кристаллов занимает длительное время. Тем не менее, когда межзеренные связи ослабевают, кристаллы выпадают с поверхности и оставляют черноватые ямки.

Контактная коррозия

Пассивная поверхность нержавеющей стали постоянно преобразуется. Если сталь вступает в контакт с углеродистой или ферритной сталью, частицы могут остаться на поверхности и образовать местные аноды. Образующаяся в результате коррозия выглядит некрасиво. Контакт между этими типами металлов следует избегать. Нужно применять отдельные инструменты для разных типов материалов; рабочие зоны должны быть разделены.

Коррозия и поверхностная обработка нержавеющей стали

Существует много способов обработки поверхности изделий из нержавеющей стали. На *рис. 3* показана отфрезерованная поверхность. Также распространены зачищенные, отшлифованные и полированные поверхности. Обычно выбор способа поверхностной обработки нержавеющей стали основан на внешних предпочтениях архитекторов или конструкторов, но следует также принимать в расчет соображения коррозионной стойкости. В целом,

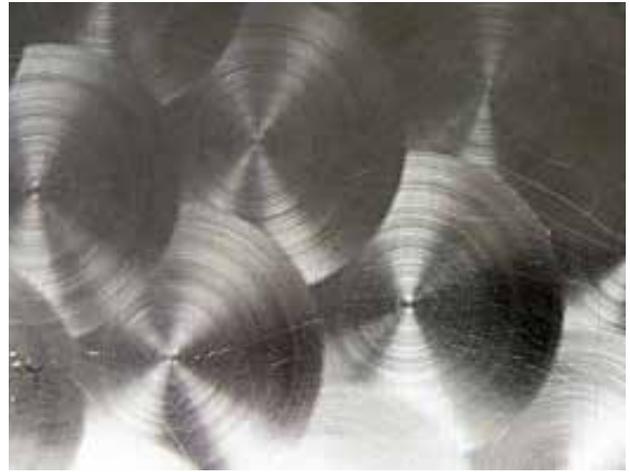


Рис. 3. Отфрезерованная поверхность нержавеющей стали

чем более гладкая поверхность стали, тем устойчивей она к коррозии и появлению пятен ржавчины. Шероховатые поверхности склонны к возникновению точечной коррозии в тех условиях, где более гладкие поверхности проявили бы устойчивость. Шероховатые поверхности накапливают загрязнения и требуют большего ухода. Такие марки стали, как 304 или 316, лишь в малой степени устойчивы к образованию пятен ржавчины при использовании в морских условиях или в пищевой промышленности и определенно уязвимы, если изделия имеют шероховатую поверхность.

Уход за нержавеющей сталью

Если нержавеющая сталь должна сохранять хороший внешний вид, не стоит полагать, что она может обходиться без ухода. В городской среде или в морских условиях для поддержания достойного облика требуется регулярное мытье теплой водой с содержанием ПАВ. Обычно интервал между чистками составляет порядка полугода, однако в суровом климате может потребоваться более регулярное мытье. Следует строго избегать очистителей, содержащих такие активные ингредиенты, как хлориды или аммиак. При обнаружении на поверхности стали пятен или ямок следует удалить пятна жесткой губкой. С момента появления питтингов потребуются более регулярный уход.

Коррозия кухонного оборудования из нержавеющей стали

Оборудование на кухне заведения общественного питания, такое как полки или рабочие поверхности из нержавеющей стали, часто изготавливают из сталей группы прочности меньше 316, которые проще поддаются формовке (AISI 304). Промышленные холодильники и посудомоечные машины почти всегда изготовлены из более устойчивых к коррозии сталей 316 или 316L.

Кухонные поверхности из нержавеющей стали могут быстро подвергаться коррозии, если оборудование поступило в некачественном состоянии.

На *рис. 4* продемонстрирован крайний случай точечной коррозии: хлоросодержащий очиститель вызвал коррозию раковины. Более мягкие формы этого вида коррозии возникают, когда в контакт с



Рис. 4. Точечная коррозия раковины

нержавеющей стали вступает неверно выбранный очиститель или отбеливатель.

Коррозия изделий из нержавеющей стали в фармацевтической промышленности

Многие фармацевтические фабрики работают с соляными растворами и используют нержавеющую сталь 316L. Обычно нержавеющая сталь хорошо справляется с такими условиями, но, если соединения кромок остаются в контакте с соляным раствором, может возникнуть щелевая коррозия, как показано на рис. 5.

При стерилизации паром поверхность нержавеющей стали может покрываться рыжеватыми пятнами. Применяемая в фармацевтической промышленности нержавеющая сталь, может также подвергаться точечной коррозии, если технологическая жидкая среда недостаточно текучая. Нетекучие растворы также могут вызывать коррозию шаровых и поворотных клапанов из нержавеющей стали. Дезинфицирующие пары, такие как пары надуксусной кислоты, также могут приводить к поражению нержавеющей стали. Там, где используются регулируемые насосы, нержавеющая сталь может подвергаться коррозии под воздействием блуждающих токов.



Рис. 5. Щелевая коррозия изделия из нержавеющей стали

Коррозия нержавеющей сталей в пищевой промышленности

На рис. 6 видна коррозия стального распылителя из молочного цеха, начавшаяся на внутренней стороне и вышедшая наружу. Молочные и прочие продукты часто содержат соль. Если они долго находятся в контакте с нержавеющей сталью, может возникнуть коррозия.



Рис. 6. Коррозия стального распылителя из молочного цеха



Рис. 7. Конвейер в пищевой промышленности

Конвейеры в пищевой промышленности, подобные изображенному на рис. 7, могут быстро корродировать, если состояние поверхности неудовлетворительно. Поверхность этого конвейера подвергалась дробеструйной обработке. Зачищенные поверхности на том же предприятии оставались в хорошем состоянии. В мясной промышленности крайне важна стерильность, поэтому зачастую необходимо использовать хлоридсодержащие очистители. После обработки их нужно тщательно удалять с поверхности.

●#2006



www.esab.com



ОГНИ БОЛЬШОГО ГОРОДА

МЫ ОПРЕДЕЛЯЕМ БУДУЩЕЕ СВАРКИ И РЕЗКИ!

ООО «ЭСАБ Украина»,

ул. Шелковичная, 42-44, оф. 9А, г. Киев, 01024

Тел.: +38 0 44 568-53-68, ф.: 568-55-67;

e-mail: Oleksandr.Zdorenko@esab.com.ua | www.esab.com

Роботизированная сварка крыши вагонов метро

Р.А. Горб, В.А. Дорошенко, ООО «НПФ «Техвагонмаш» (Кременчуг)

Каждое утро большинство из нас ездит на работу на метро. В новых вагонах тепло, уютно и довольно комфортно, но мы даже не задумываемся, как они появляются на свет. А ведь для того, чтобы вагон встал на рельсы, ему нужно пройти как минимум несколько этапов изготовления. Кузов вагона метрополитена представляет собой металлический сварной каркас, состоящий из следующих основных узлов: рамы, боковых стенок, лобовой части кузова, концевой части кузова, крыши. Именно о крыше, как об одном из самых сложных элементов мы и расскажем.

Крыша вагонов плоской формы с небольшими боковыми наклонными скатами и двумя углублениями вблизи торцов, в которых устанавливаются кондиционеры. Крыша вагона представляет собой конструкцию, выполненную из омегаобразных дуг толщиной 2 мм, которые опираются на боковые скаты, а также обшивки толщиной 1,5 мм. В продольном направлении дуги связаны между собой тремя параллельными рядами стрингеров. Все элементы крыши выполнены из нержавеющей стали, что позволяет увеличить срок эксплуатации и дает надежную защиту от влаги и коррозии, главного врага металла.

На роботизированную сварку одной конструкции уходит всего 3,5 часа – в разы меньше, чем при механической или ручной сварке и это при длине

крыши 30 метров. Но главное даже не это, основное преимущество робота – очень маленькая погрешность при сварке. Даже если он ошибается, то только на десятые доли миллиметра, в то время как человек может ошибиться – до 3–5 миллиметров. А это уже как говорят, очень большая разница.

Роботизированный комплекс, внедренный ООО «НПФ «Техвагонмаш» на одном из предприятий, предназначен для выполнения сборочно-сварочных работ по изготовлению крыш вагонов метро, он является перенастраиваемым и обеспечивает сборку для сварки двух моделей крыш. Для обеспечения сборки каркасов крыш двух типов, комплекс оснащен сменными кондукторами. Устанавливаются кондуктора на опорные поверхности основания по штырям в строго фиксированном положении. Составные элементы каркаса крыши укладываются на опорные поверхности станда согласно технологическому процессу, далее производится их фиксация по упорам и сварка. На передвижном портале расположены два робота с дополнительными осями, которые и осуществляют весь комплекс работ по сварке крыши. Роботы оснащены лазерной системой слежения, которая производит предварительный замер места сварки и корректировку, при необходимости, сварочного режима и траектории, что позволяет выполнять качественный сварной шов

1. Стенд
2. Портал
3. Робот сварочный

4. Сварочное оборудование
5. Пульт управления

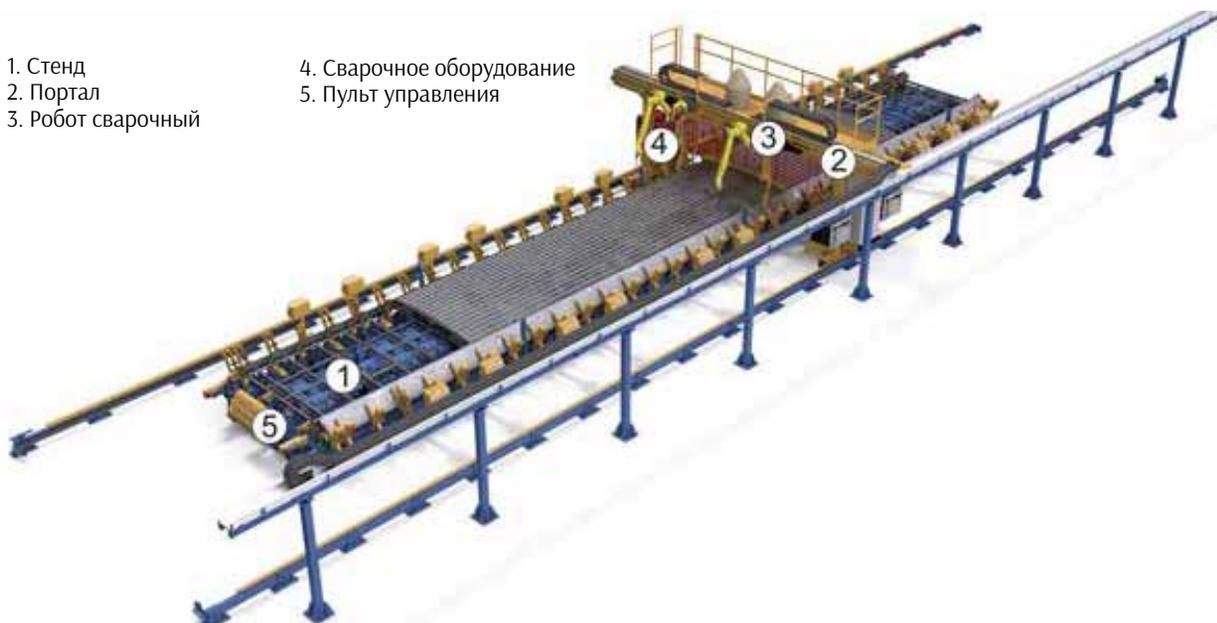
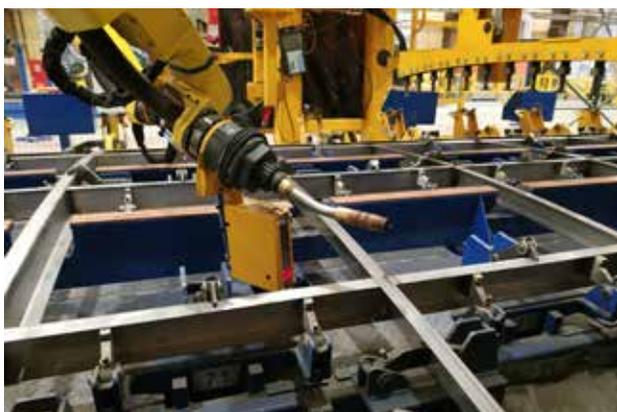


Рис. 1. Общий вид роботизированного комплекса для сварки крыши вагонов метро:



даже при наличии дефекта сварного элемента.

Портал перемещается с помощью сервоприводов, что обеспечивает точность перемещения и позиционирования. По окончании сварки каркаса крыши, осуществляется отжимание групп прижимов, обеспечивающих дальнейшую укладку листов обшивки. Выполняется сварка электрозаклепками листов обшивки к каркасу крыши.

Электрозаклепками называют точечные швы в сварном соединении, выполненные сварочной дугой плавящимся или неплавящимся электродом. Сварка электрозаклепками получила широкое применение в промышленности благодаря высокой производительности и удобству в сборке крупногабаритных конструкций, например, обшивки пассажирских вагонов и вагонов метро. Сварка электрозаклепками применяется для соединения тонколистовой обшивки с рамами из профильного проката, где из-за крупных размеров конструкции затруднено применение контактной точечной сварки; для образования соединений из пакета элементов.

Для прижатия листов обшивки на сварочном портале расположен также и прижимной портал, таким образом сварка электрозаклепок осуществляется непосредственно в месте прижатия, что гарантирует отсутствие зазора и качественную установку электрозаклепок. Далее выполняется сварка листов сплошным швом между собой и к каркасу по всей длине. Это дает герметичный шов и исключает проникновение влаги. Каждая крыша после сварки проходит испытание на герметичность ме-

тодом «керосиновой пробы». При сварке обшивки лазерное слежение и корректировка траектории осуществляется «on-line» непосредственно при горении дуги.

Роботизированный комплекс обеспечивает:

- позиционирование и надежную фиксацию каждой детали крыши;
- свободный доступ к местам сварных швов;
- возможность сварки электрозаклепками верхнего листа крыши;
- возможность приварки листов обшивки (при этом прижимные узлы деталей каркаса являются откидными);
- исключает деформации деталей при перемещении сварщика по листам обшивки со сварочным оборудованием.

Видео о работе роботизированного комплекса можно посмотреть на видеоканале НПО «Техвагонмаш»:

<https://www.youtube.com/user/Techvagonmash>

●#2007



НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА
ТЕХВАГОНМАШ

39627, Полтавская обл., г. Кременчуг,
пр. Полтавский, 2-Д
Тел.: +38 (0536) 76-49-96, факс: 77-34-87
E-mail: market@tvagonm.com.ua
www.tvagonm.com.ua

XX МІЖНАРОДНИЙ ПРОМИСЛОВИЙ ФОРУМ – 2021

МІЖНАРОДНІ СПЕЦІАЛІЗОВАНІ ВИСТАВКИ



МЕТАЛООБРОБКА



УКРЗВАРЮВАННЯ



УКРВТОР
IPEX



УКРПРОМ
АВТОМАТИЗАЦІЯ



БЕЗПЕКА
ВИРОБНИЦТВА



ГІДРАВЛІКА
ПНЕВМАТИКА



ПІДШИПНИКИ



УКРЛИТВО



ЗРАЗКИ, СТАНДАРТИ
ЕТАЛОНИ, ПРИЛАДИ



ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНЕ
СКЛАДСЬКЕ ОБЛАДНАННЯ

 ufi
Approved
Event



ОРГАНІЗАТОР:

Міжнародний виставковий центр

Генеральний
інформаційний партнер:



Ексклюзивний
медіа партнер:

ЖУРНАЛ
ГОЛОВНОГО
ІНЖЕНЕРА

Технічний
партнер:



16-19

ЛИСТОПАДА



+38 044 201-11-65, 201-11-56, 201-11-58
e-mail: alexk@iec-expo.com.ua
www.iec-expo.com.ua, www.мвц.укр
www.tech-expo.com.ua

МІЖНАРОДНИЙ
ВИСТАВКОВИЙ ЦЕНТР

Україна, Київ, Броварський пр-т, 15
М "Лівобережна"

Особливості патентної охорони у Європейському Союзі

І.В. Бернадська, к.т.н., ст. наук. співр., патентний повірений України, ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ (Київ)

Коли говорять про «європейський патент», мають на увазі патент, який видано Європейським патентним відомством, причому його дія потенційно поширюється на територію майже усієї Європи. Що ж являє собою такий патент і як він виник? Які зміни чекають його в недалекому майбутньому?

Ідея ввести для європейських країн уніфіковану патентну охорону виникла одночасно з формуванням перших структур Європейського Союзу на початку 1950-х років. Запроваджуючи узгоджені, а потім і однакові для всіх країн-учасниць правила щодо функціонування різних галузей економіки та соціального життя, засновники євроінтеграції цілком логічно прагнули до однакових правил у сфері інтелектуальної власності. Переговори про це йшли більше 20 років, позиції сторін поступово узгоджувались, і нарешті у 1973 р. було прийнято Європейську патентну конвенцію (ЄПК), яка поклала початок регіональній системі правової охорони винаходів. Вона базується на принципах активного співробітництва регіонального патентного відомства з національними відомствами держав-учасниць, а також передбачає гармонізацію національних норм патентного права з ЄПК. Європейська патентна система дає можливість помітно знизити витрати коштів і часу на одночасне патентування винаходу в усіх європейських країнах завдяки єдиній уніфікованій процедурі подання та розгляду заявок і видачі патентів на винаходи. Наразі вона об'єднує переважну більшість країн Європи, причому не тільки членів Європейського Союзу. Для приєднання до цієї регіональної системи якоїсь нової країни потрібно виконання нею певних вимог та згода усіх держав-учасниць.

У відповідності до положень Європейської патентної конвенції було створено Європейську патентну організацію, ЄПО (European Patent Organization, ЕРО). Це міжурядова організація зі статусом юридичної особи. Керівний орган ЄПО – Адміністративна рада, що складається з повноважних представників держав-учасниць. Виконавчий орган – Європейське патентне відомство (European Patent Office, ЕРО) зі штаб-квартирою в Мюнхені (Німеччина) та відділенням у Гаазі (Нідерланди) і філіями у Відні (Австрія) і Берліні (Німеччина). Офіційні мови ЄПО: англійська, французька, німецька. ЄПО фінансується за рахунок внесків держав-членів та власних коштів, а саме процедурних зборів і 50% зборів, що належать національним відомствам за підтримання чинності європейських патентів. Починаючи з 1993 р., Європей-

ська патентна організація укладала з державами, що не були учасниками ЄПК, угоди про асоціацію, згідно яких дія європейського патенту поширювалась і на територію асоційованих країн, за умови, що вони мали національне патентне відомство і законодавство про інтелектуальну власність. Наразі ЄПО налічує 38 держав-членів, об'єднуючи усі 28 країн Європейського Союзу: Австрія, Бельгія, Болгарія, Велика Британія, Данія, Греція, Естонія, Ірландія, Іспанія, Італія, Кіпр, Латвія, Литва, Люксембург, Мальта, Нідерланди, Німеччина, Румунія, Словаччина, Словенія, Польща, Португалія, Угорщина, Фінляндія, Франція, Хорватія, Чехія, Швеція, а також країни, які не є членами ЄС: Албанія, Ісландія, Ліхтенштейн, Македонія, Монако, Норвегія, Сан Марино, Сербія, Туреччина та Швейцарія. Ще дві європейські країни мають статус асоційованих членів, це Боснія і Герцеговина та Чорногорія. ЄПО тісно співпрацює зі структурами Європейського Союзу і з численними міжнародними організаціями, перш за все з ВОІВ.

Європейське патентне відомство (ЄПВ) реалізує процедури, передбачені Європейською патентною конвенцією, тобто виконує основне завдання ЄПО – прийом європейських заявок, їх експертизу і видачу європейських патентів. Разом з тим, ЄПВ веде інтенсивну діяльність в галузі патентної інформації: це розробка спеціалізованого програмного забезпечення, вдосконалення сучасної патентної класифікації, створення пошукових систем, ведення баз даних тощо, а також надання онлайн доступу до великої кількості патентно-інформаційних продуктів та пошукових послуг. ЄПВ надає значну технічну допомогу країнам з перехідною економікою та країнам, що розвиваються. Зокрема, у 1990-ті роки ЄПВ провело велику кількість семінарів та практикумів для навчання українських експертів, а також власним коштом поставило Укрпатенту потужні сервери та інше обладнання, завдяки якому було автоматизовано експертизу заявок на винаходи, корисні моделі, торговельні марки. Детальну інформацію про діяльність Європейської патентної організації, роботу Європейського патентного відомства, а також різноманітні сервіси та ресурси ЄПВ представлено на сайті: www.epo.org.

Європейський патент видається за національною (європейською) заявкою, поданою у відповідності до Статті 75 ЄПК, або за міжнародною заявкою, поданою згідно Договору про патентну кооперацію (заявка РСТ) із зазначенням ЄПВ.

Заявка на видачу європейського патенту подається у Європейське патентне відомство. Процедура експертизи європейської заявки і видачі європейського патенту здійснюється однією з мов Відомства – англійською, німецькою, французькою. Мову діловодства обирає заявник. Суттєвою перевагою європейського патенту є те, що право на його отримання має фізична або юридична особа, що проживає або зареєстрована у будь-якій країні, незалежно від того, чи є ця країна учасницею Європейської патентної конвенції – на відміну від подання заявки за процедурою РСТ, коли таке право надається лише заявникам держав-учасниць Договору про патентну кооперацію.

Європейським патентом може бути захищено технічне рішення, яке відповідає стандартним критеріям патентоздатності: новизна, винахідницький рівень та промислова придатність. Європейська патентна конвенція не дає конкретного визначення поняття «винахід», проте визначає перелік об'єктів, яким правова охорона не може бути надана, а саме: комп'ютерні програми; методи терапевтичного і хірургічного лікування та діагностики; сорти рослин і породи тварин; відкриття, математичні методи і наукові теорії; методи інтелектуальної і господарської діяльності, правила ігор; рішення, які суперечать суспільним інтересам, принципам гуманності та моралі.

Європейська заявка має містити у своєму складі наступні документи: заявку; один або більше пунктів формули винаходу, опис винаходу, креслення – якщо вони необхідні для розкриття сутності винаходу і згадуються у описі, та реферат; декларацію про справжніх авторів винаходу; завірену копію пріоритетної заявки, якщо заявлено пріоритет; документ про сплату мита за подання заявки і проведення інформаційного пошуку. Для встановлення дати подання заявки досить представити у Відомство лише опис винаходу, а після отримання запиту формальної експертизи заявник має надати усі інші необхідні документи, які складають заявку. При цьому обсяг притязань згідно цих документів не може перевищувати обсяг притязань, що заявлені у первісно поданому описі.

Отримавши заявку, ЄПВ перевіряє наявність мінімально необхідних для встановлення дати подання документів та відомостей, і якщо вони відповідають вимогам ЄПК, проводиться формальна експертиза. Після її завершення ЄПВ проводить інформаційний пошук, в результаті якого виявляються документи, що стосуються рівня техніки. У подальшому ці документи будуть взяті до уваги при визначенні того, чи відповідає заявлений винахід критеріям новизни та наявності винахідницького рівня. Звіт про європейський патентний пошук супроводжується попереднім мотивованим висновком щодо того, чи є заявлений винахід патентоздатним. Через 18 місяців від дати подання заявки (або дати пріоритету, якщо він заявлений) – або раніше за клопотанням заявника – ЄПВ публікує заявку: у тому вигляді, як вона

подана або разом зі звітом про пошук, якщо виконано певні умови, у іншому випадку звіт про пошук публікується окремо пізніше. Попередній висновок про патентоздатність не публікується. Упродовж шести місяців від дати публікації звіту про європейський пошук заявник повинен сплатити мито за проведення експертизи заявки по суті та мито за зазначення країн, в яких заявник бажає отримати праву охорону свого винаходу (розмір цього мита незмінний і покриває усі країни ЄПВ, серед яких заявник потім вибирає потрібні). В цей же строк заявник має направити до ЄПВ свої міркування щодо попереднього висновку про патентоздатність, а за необхідності ще й відкориговані заявочні матеріали. Мито за внесення в заявку змін на цьому етапі не стягується. Шестимісячний строк від дати публікації звіту про пошук дається заявнику, щоб на підставі мотивованого попереднього висновку про патентоздатність прийняти обгрунтоване рішення про доцільність проведення експертизи заявки по суті. В ході експертизи по суті ЄПВ може направляти заявнику запити (як правило, не більше трьох) щодо змісту заявки і отримувати від нього роз'яснення або зміни до опису та/або формули винаходу. Після завершення експертизи по суті заявнику направляється або висновок про можливість видачі патенту, або рішення про повернення заявки (остаточна відмова). Заявник має право упродовж двох місяців подати до ЄПВ апеляцію на відмову у видачі патенту.

Слід зауважити, що підходи ЄПВ до експертизи заявки по суті набагато жорсткіші, ніж у переважній більшості національних патентних відомств, тож заявнику слід ретельно аргументувати свої притязання і бути готовим спростувати заперечення, які висуває експертиза.

Якщо рішення за заявою було позитивним, заявник упродовж чотирьох місяців має подати до ЄПВ переклад формули винаходу на дві інші офіційні мови та сплатити мито за видачу патенту та публікацію про його видачу. Якщо ці умови не будуть виконані, то заявка вважатиметься відкликаною. Датою видачі європейського патенту вважається дата публікації даних про його видачу у Патентному бюлетені ЄПВ. Упродовж трьох місяців від дати видачі необхідно «валідувати» (легалізувати) патент у вказаних заявником країнах. Строк дії європейського патенту складає 20 років від дати подання заявки.

В середньому від подання заявки до видачі патенту проходить близько трьох років, цей строк обумовлений процедурними вимогами і дає можливість заявнику активно шукати для реалізації майбутнього патенту інвесторів, виробничу базу або ліцензіатів. Починаючи з 3-го року від дати подання європейської заявки необхідно сплачувати на користь ЄПВ щорічне мито за підтримання її чинності.

Після рішення ЄПВ про видачу патенту у більшості країн-учасниць ЄПК він підлягає валіда-

ції – спеціальній процедурі підтвердження чинності. Для цього необхідно подати у національне патентне відомство тої країни, де патентовласник має намір отримати правову охорону за патентом, письмовий переклад формули винаходу (а в деяких країнах ще й опису) національною мовою та сплатити мито. Тільки після цього європейський патент набуває чинності у цій країні. Без валідації європейський патент є чинним лише у Великій Британії, Ірландії, Ліхтенштейні, Люксембурзі, Монако, Німеччині, Франції, Швейцарії – тобто, у тих країнах, офіційною мовою яких є одна з мов ЄПК: англійська, французька або німецька. Після видачі європейського патенту мита за підтримання його в силі сплачуються окремо у кожній країні, де він є чинним або валідований, за нормами відповідного національного законодавства.

У кожній окремо взятій державі-учасниці ЄПК європейський патент після видачі підлягає нормам національного законодавства стосовно його використанню та захисту. Тобто після видачі європейський патент фактично розпадається на низку національних патентів, чинність яких підтримується окремо в кожній з країн. Тому втрата чинності патентом у одній з держав-учасниць не впливає на його чинність у інших. Так виглядає картина на сьогоднішній день.

Незважаючи на те, що запровадження регіональної системи правової охорони винаходів було прогресивним і своєчасним кроком, поставленої цілі – єдиного для усієї Європи патенту, використання і захист якого здійснюються за уніфікованими нормами незалежно від країни – все ж таки не було досягнуто. Не допомогла навіть окрема Конвенція про патент Співдружності (Community Patent Convention), підписана у 1975 році: вона так і не набрала чинності. Головною перешкодою стало те, що країни Європи не тільки перебувають на різних ступенях соціально-економічного розвитку, але й мають суттєві відмінності на рівні національного законодавства. Особливо це стосується системи судочинства. Тож гармонізація законодавства шляхом прийняття та імплементації загальних норм Євросоюзу, узгодження принципів і механізмів правозастосування зайняли не роки, а десятиріччя, і ці процеси досі не закінчені.

Наразі основною проблемою є неможливість забезпечити однаковий рівень захисту патентних прав в усіх державах-членах ЄПК. Більше того, в різних країнах Європи застосовуються суттєво відмінні уявлення щодо порушень прав на ОІВ та відповідних заходів покарання, так само відрізняються підходи до підстав для припинення дії патенту. Фактично, «розпад» європейського патенту на низку національних і подальше їх існування в окремих національних юрисдикціях означає, що європейського патенту як такого не існує, а усі можливості вдосконалення регіональної патентної систе-

ми вичерпано. Виходом з цього патового положення має стати поступовий перехід до так званого європейського патенту єдиної дії або «єдиного патенту» (unitary patent) та запровадження уніфікованої системи патентного судочинства для країн Євросоюзу, а саме – Об'єднаного патентного суду (Unified Patent Court). Єдиний патент матиме силу на території усіх країн Європейського Союзу. Таку угоду підписали 26 з 28 країн Європейського Союзу (усі, крім Іспанії та Італії). Вона підлягає ратифікації і поки не набрала чинності.

Єдиний патент – це результат модифікації існуючої регіональної системи. Передбачається, що цей охоронний документ буде видаватись Європейським патентним відомством на вимогу власника вже існуючого і чинного європейського патенту. Власник європейського патенту матиме один місяць після його видачі для подання клопотання про «єдину дію». Обсяг правової охорони за патентом зберігається, а розмір збору за підтримання чинності єдиного патенту буде загально нижчим, ніж для звичайного європейського патенту. Збір за підтримання чинності єдиного патенту буде сплачуватись до ЄПВ, а не кожному національному відомству, як це зараз відбувається для європейського патенту. Основна перевага єдиного патенту полягає у тому, що в усіх країнах ЄС судочинство щодо нього буде здійснюватись на однакових засадах. В цьому ж криється і головна небезпека: якщо дію єдиного патенту буде припинено з тої чи іншої причини, то він втратить силу одразу в усіх країнах Євросоюзу.

Об'єднаний патентний суд, формування якого розпочалось кілька років тому, не являється структурою Європейського Союзу, а є незалежним міждержавним судовим органом. Він розглядатиме позови про порушення патентних прав, заяви про відсутність порушень, справи про анулювання патентів та деякі інші. Рішення суду стосовно європейських патентів матимуть чинність для усіх держав-членів ЄПО, а стосовно єдиних патентів – для країн Євросоюзу, що ратифікували вказану вище угоду. У зв'язку з виходом Великої Британії з Європейського Союзу в ці плани вносяться певні корективи, але загально процес створення Об'єднаного патентного суду триває.

Якщо у вас виникли запитання по темі статті або взагалі стосовно сфери інтелектуальної власності, звертайтеся за консультаціями до автора:

*тел.: (066) 356 98 95, (097) 880 36 33, або
e-mail: irynabernadska@ukr.net
(кодове слово Стаття у Журналі)*

●#2008

Майстерність підтверджена перемогою!

Секрет майстерності в тому, що секрету немає, є просто-напросто талант.

Ірина Вільде

Поки весна сором'язливо намагається вступити в свої права, колективи закладів професійної (професійно-технічної) освіти вже починають «збирати врожай», зрощений впродовж 2020-2021 навчального року. Тільки нещодавно ми встигли визначитись з переможцем I етапу конкурсу професійної майстерності з професії «Електрогазозварник», а вже 18 березня 2021 року ДПТНЗ «Краматорський центр професійно-технічної освіти» радо вітав учасників II етапу Всеукраїнського конкурсу професійної майстерності серед здобувачів закладів професійної (професійно-технічної) освіти Донецької області.

У супроводі з досвідченими наставниками, честь своїх навчальних закладів прибули захищати 10 молодих, наполегливих та завзятих електрогазозварників. Право на обласному рівні захищати гідність усіх електрогазозварників ДПТНЗ «Краматорський центр професійно-технічної освіти» у чесному змаганні заслужив Данило Браговський.

Для усіх присутніх конкурс розпочався з дружніх настанов та теплих привітань від гостей та організаторів конкурсу, а саме заступника головного зварника ПрАТ «Новокраматорський машинобудівний завод» Андрія Мерзлякова, директорів НМЦ ПТО у Донецькій області Едуарда Гончарова та ДПТНЗ «Краматорський центр професійно-технічної освіти» Артема Сорочинського. Лунали побажання гідного та чесно-го суперництва, впевненої роботи та головне – віри у власні сили. Адже навряд чи щось вийде, якщо не вірити у себе та свою справу.

Офіційна частина конкурсу була розпочата прихованим жеребкуванням, завдяки якому кожен

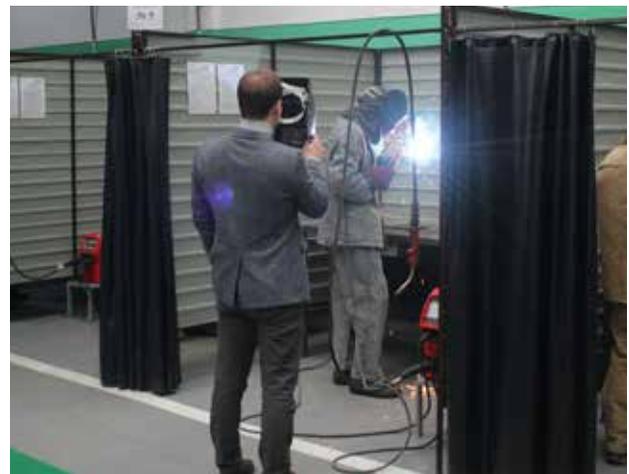
учасник отримав свій бейдж з унікальним номером, що гарантувало неупереджене оцінювання як теоретичних, так і практичних навичок конкурсантів. Умови та правила проведення змагань усім присутнім пояснила методист НМЦ ПТО у Донецькій області Ірина Філяєва.

Конкурс професійної майстерності, як того вимагають правила, складався з двох турів – теоретичного та практичного.

Визначення рівня теоретичних знань електрогазозварників відбувалось завдяки комп'ютерному тестуванню з предметів професійно-теоретичної підготовки. Для неупередженого оцінювання та з метою унеможливлення фальсифікації відповідей, тестування проводилось з використанням програми комп'ютерного тестування знань «MY TEST». Для визначення рівня теоретичних знань конкурсанти мали дати відповіді на 60 питань, що стосувались теоретичних основ спецтехнології, матеріалознавства, охорони праці та креслення. За кожну правильну відповідь учаснику нараховувалось 0,5 балів, таким чином максимальна кількість балів за I тур складала 30 балів.

Перевірка практичних знань, вмій та навичок конкурсантів проходила на базі Навчально-практичного центру зварювального напрямку і включала в себе виконання таких робіт, як: зварювання пластин 135 (дугове зварювання металевим (плавким) електродом в активних газах) та 111 (ручне дугове зварювання покритим електродом) методами. Загальна кількість балів за якісне виконання завдань II туру складала 220 балів.

Весь процес виконання зварювальних робіт проходив під пильним контролем висококваліфікованого журі, до складу якого увійшли адміністративні працівники ПрАТ «Новокраматорський машинобудівний завод», а саме: заступник головного зварника Андрій Мерзляков, заступник директора виробництва





металоконструкцій Євген Воропаєв та в.о. начальника цеху металоконструкцій Олександр Луценко.

Оцінка якості виконання зварювальних швів проводилась за допомогою зовнішнього огляду, а також випробуванням на керосин. Провівши усі необхідні огляди та тести, члени журі одногласно дійшли висновку щодо найкращих зварювальних зразків і жодної хвилини не вагались у своїх рішеннях.

А тому ми можемо з гордістю та найяскравішими емоціями привітати нашого учня – **Данила Браговського** зі 100 % перемогою та почесним I місцем! Також висловлюємо щире подяку його майстру виробничого навчання – Сергію Шпаку за багаторічну кропітку та наполегливу роботу у навчанні та вихованні талановитих зварників!

Слід зауважити, що без приємного подарунку не залишився жоден з конкурсантів. Завдяки підтримці нашого базового підприємства – замовни-



ка робітничих кадрів ПрАТ «Новокраматорський машинобудівний завод» кожен учасник отримав захоплювальний подарунок, а призери були нагороджені дипломами та кубками переможців!

Адміністрація ДПТНЗ «Краматорський центр професійно-технічної освіти» вкотре висловлює щире подяку усьому колективу ПрАТ «Новокраматорський машинобудівний завод» за неоціненну підтримку у розвитку системи професійної (професійно-технічної) освіти Донецької області та допомогу в навчанні й вихованні майбутніх машинобудівників!

Бажаємо Данилу Браговському проявити усі свої величезні можливості на завершальному, III етапі Всеукраїнського конкурсу фахової майстерності серед здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти з професії «Електрогазозварник» і здобути таку омріяну для всіх перемогу!!!

●#2009

Зварників готуватимуть у новому науково-практичному центрі

У Червонограді, Львівська обл., відкрили науково-практичний центр технології зварювання, де будуть готувати висококваліфікованих електро- і газозварників. Для нього закупили сучасні апарати, верстати, комп'ютерне обладнання, провели ремонт вентиляції і системи освітлення. Учні та майстри працюватимуть за спеціально обладнаними зварювальними столами.

«Створення центру дозволить застосовувати інноваційні виробничі технології і підвищувати рівень професійної підготовки фахівців. Головне його завдання - навчально-виробнича діяльність. За виручені кошти вдасться ефективно підтримувати нашу роботу і вдосконалювати матеріально-технічну базу», - вважає директор Червоноградського професійного гірничо-будівельного ліцею Руслан Онишкевич.

«Сучасне обладнання позбавить нас від зайвих розрахунків, ми тільки виставляємо товщину металу – і комп'ютер під наші параметри налаштує функції. Це набагато спрощує і прискорює роботу», – поділився враженням під час відкриття центру майстер виробничого навчання Юрій Юрчишин.



У підготовку фахівців інвестували 1,8 млн грн. з держбюджету і 250 тис. грн. із коштів спецфонду училища. Як вважають у Львівській ОДА, це один з кращих в регіоні центрів із замкнутим циклом, що дозволить учням отримувати практичні навички. Професія зварника досить популярна і користується великим попитом на підприємствах.

www.tzu.com.ua

●#2010

Академик Борис Патон: «...Это как взойти на высокий пик. Начинаешь видеть то, что раньше было недоступно взгляду»*

Невероятно, но факт: родился Борис Евгеньевич 27 ноября 1918 г. - в тот же день и год, когда начала свою деятельность Украинская академия наук. И такое совпадение дат усматривают знаковым, или даже судьбоносным. 56 лет Б.Е. Патон бессменно возглавлял Академию, и был ее живым символом, брендом. Именно благодаря авторитету Патона, по мнению многих, удалось сохранить научное наследие и академическое имущество от партийно-государственных реформаторов, посягательств различных демагогов, ловкачей и нуворишей. Об академике Б.Е. Патоне, как о талантливом организаторе науки и ученом, написано очень много, и нередко его фигура подается с «бронзовым напылением», хотя в реальной жизни он человек простой, добродушный, с тонким чувством юмора. Накануне 100-летнего юбилея Борис Евгеньевич дал эксклюзивное интервью для «Зеркала недели».

Борис Евгеньевич, как вы чувствуете себя накануне юбилейной даты?

– Знаете, каким лозунгом я всегда руководствовался? Оставаться оптимистом, несмотря ни на что.

И вот, как бы ни складывалась жизнь, я стараюсь этого принципа придерживаться. Но это бывает сложно. Особенно с учетом нынешнего состояния нашей науки. И становится все сложнее. Наша страна не понимает, что наука ей нужна. Надеюсь, что не понимает только временно. Ну, это как в той старой песне - о празднике со слезами на глазах. Как-то так и чувствую себя...

Говорят, жизнь прожить – не поле перейти. Вы прошли долгий жизненный путь. Какие вехи на этом пути вам наиболее памяты?

– Трудно так, вроде сверху, окинуть взглядом свою жизнь. Я уже говорил, что стараюсь смотреть на мир положительно. Но вот какая парадоксальная штука: остаются в памяти, скорее, какие-то трудности, какие-то препятствия, переломные моменты, наверное. Одно могу сказать точно: жизнь у меня была насыщенная. А что касается вех, то первая, безусловно, юность и молодость. Время, когда человек формируется, когда в нем спорят какие-то ориентиры, с которыми он будет шествовать дальше. Следующий период, наверное, Великая Отечественная война. Так судилось, что она началась в тот день, когда я



Борис Евгеньевич в раздумье о будущем науки

* Интервью в газете «Зеркало недели», 24 ноября 2018 г., к 100-летию юбилею Б.Е. Патона и НАН Украины

защищал дипломную работу в КПИ. Возвращался я домой под налет немецких бомбардировщиков. Боялся, что не уцелею. Но повезло.

В военные годы тоже было очень трудно. И до того приходилось работать много, а тогда вообще на пределе сил и человеческих возможностей. С другой стороны, это закаляет. Только представьте себе, какой героизм продемонстрировали наши люди! В эвакуации нас, ученых Института электросварки, устроили на «Уралвагонзавод» в Нижнем Тагиле. Этот завод производил грузовые вагоны. Но с переходом на военные рельсы перестроился на производство танков. Начинать мы с трех танков в день, а дошли до 35! Ну что еще? Послевоенное восстановление, конечно. Работа в Институте электросварки. После смерти отца мне пришлось довольно рано взять на себя ответственность за большой трудовой коллектив. Без права на ошибку и на отдых. Поскольку ты знаешь, что за тобой стоят люди, которые на тебя полагаются. Они видят в тебе опору, поддержку. Не имеешь права их подвести. Ну и, наконец, президентство в Академии. Одна большая веха, которая длится для меня до сих пор. Так получилось, что это стало моей жизнью.

Кто был вашим научным и моральным авторитетом? Вероятно, прежде всего, ваш отец - всемирно известный ученый Евгений Оскарович Патон?

– Вы правы, отец был самым первым и самым главным моим наставником. И в жизни, и в профессии. Думаю, если бы не он, я мог бы и не пойти в науку. Не в том смысле, в котором многие могут подумать. Что будто отец сделал мне зеленую улицу, способствовал, где надо. Просто он заразил нас своим примером. Знаете, он никогда - подчеркиваю, - *никогда!* - не принуждал нас с братом заниматься наукой. Но у нас всегда был перед глазами его пример. Евгений Оскарович, как теперь говорят, был фанатом своего дела. Он буквально горел им. Вообще, в нашей семье поколениями детям спуска не давали. Работать должны были все. Кто-то на работе, кто-то в школе, университете или институте. Это очень помогало потом во взрослой жизни. Знаю по себе. И я за это очень признателен своим родителям. Признателен за их строгость и неснисходительность. То, что они были строгими, не означает, что они нас с Володей не любили. Их любовь была умная, а не слепая. А умные родители всегда научат детей полагаться на собственные силы. Сейчас многие нарекают на плохую жизнь, на неблагоприятные условия, на все что угодно - на погоду, на природу и так далее. И мало кто нарекает на себя. Проблема нашего общества в том, что многие люди психологически незрелы. Они не привыкли бороться за себя, за свое благосостояние. Им трудно быть кузнецом своего счастья. А я считаю, если не работать день и ночь, а все жалеть себя и жалеть, искать

виновных, плакаться, - дела не будет. Мы все должны привыкнуть много и постоянно работать. Только тогда чего-то достигнем. Не раньше.

Многие талантливые люди еще со школьных лет отличались среди ровесников и не были круглыми отличниками. Писалось, что красный диплом вы не получили из-за «неудовлетворительно» по марксизму-ленинизму.

– Было такое. Не скажу, чтобы я очень из-за этого переживал. Досадно, конечно, но не больше. Вообще, многие люди, которые углубляются в свое направление, несколько теряют связь с реальностью. Спортсмены, ученые, художники - да кто угодно. Если человек увлечен тем, что делает. И вот по своему профилю ты можешь быть асом, а в остальном - плавать. Не буду себя этим оправдывать. Наверное, где-то недоучил. Но на тот момент приоритеты были другие. Физику, химию, математику, материаловедение, скажем, было важнее знать, чем философию. Из-за неудовлетворительной оценки я не падал духом. Просто смирился с этим и пошел дальше. А в школе - да, старался быть если не отличником, то хотя бы твердым «хорошистом» по всем предметам. А дальше в жизни, конечно, надо выбирать что-то одно и ставить его на первое место. Потому что так можно расплыться и не довести начатое до конца.

Вы возглавили Академию в 1962 г. Приняли ее такой, какой была. Начали ли вводить новые порядки, требования? Вспоминаете ли, какими были первые приказы?

– После выборов президента и президиума мы работали над изменением структуры нашей Академии наук. Писали новую редакцию Устава. Создали несколько новых институтов в тех направлениях, которые надо было развивать. Потому что в этом нуждалась государство. Это и химия, и материаловедение, и теоретическая физика, кибернетика, экономика, ядерные исследования. Много их было. Мы предложили развернуть целенаправленные фундаментальные исследования. Чтобы наука не оставалась только чистой наукой, а могла давать больше практического выхода. Понятно, что фундаментальная наука - вещь непредсказуемая. Вы никогда точно не знаете, что может дать большой полезный, практический эффект. Но есть и области, в которых кое-что предугадать можно. И этим надо пользоваться. Работы было, как говорится, непочатый край. Но нас это не охладило. Мы знали, на что подписывались. А!.. Еще одно: в Академии завязались тогда довольно тесные контакты с Госпланом, союзным комитетом по науке и технике. Чаще всего мы получали всестороннее содействие от государства.

Какие достижения НАН Украины вы считаете самыми значительными?

– Начнем с того, что первейшая задача Академии - фундаментальные исследования. Вот по

фундаментальным результатам, наверное, и следует оценивать то, что она делает. Все результаты даже невозможно вспомнить. Я уж не говорю о том, чтобы перечислить их сейчас. Но несколько очень выдающихся было. Прогремевших на весь мир.

Например, первая в Союзе искусственная ядерная реакция. Ее провели в Харьковском физтехе на ядре атома лития. Дальше - получение тяжелой воды, первый украинский радиолокатор. Исследование нервных клеток, теория неорганического происхождения нефти и газа. Конечно, первая в континентальной Европе ЭВМ. И еще много всего. К юбилею Академии выходит книга, которая так и называется – «100 выдающихся достижений ученых НАН Украины». Кому интересно, сможет скоро почитать там больше обо всем этом.

Если говорить о каких-то более практических вещах, то мы и здесь отличились очень заметно. Создаем новые сорта пшеницы, кукурузы. Они более устойчивы к неблагоприятным погодным условиям. Дают очень высокие урожаи. С урожая этих культур питается вся Украина, и еще хватает на экспорт отправлять. Наши ядерщики в последние годы активно работают над продлением срока безопасной эксплуатации украинских АЭС. Вы, наверное, слышали, что этот срок истекает. А на построение новых реакторов у нашего государства нет денег. Ученые нашей Академии говорят, что сроки можно продлить на 20 лет, а может, и больше. Это колоссальная экономия. На миллиарды долларов в год. Не буду утомлять ваших читателей. Но, уверяю, мы напрасно государственный хлеб не едим.

Патоновский шов – это означает крепко и навсегда. Ваш отец прославился на весь мир в мостостроении, а вы достигли других высот, впервые применив технологию сварки в космосе. Кроме того, вас считают главным инициатором уникальной технологии сварки живых тканей.

– В Институте электросварки создавалась же не только технологии. Это и специальные приборы, которые эти технологии позволяют применить. Мы раньше считали, сколько проведено операций, в которых использовали сварочную технологию. А потом сбились со счета. Точно помню, что досчитали до 200 тысяч операций. Сейчас, наверное, их уже на порядок больше. Но мы не стоим на месте. Институт непрерывно совершенствует уже существующие технологии. И о новых не забывает. У сварки - большие перспективы. Одним словом, нет предела совершенству (улыбается).

– За период независимости Украины Академия понесла огромные потери научного потенциала, прежде всего из-за «утечки мозгов». Выезжали, так сказать, волнами. Можно понять мотивы тех, кто выезжал в начале и в середине 1990-х, однако сейчас выезжают не меньше, а может, еще и больше, причем это преимущественно молодые

ученые. Что нужно для того, чтобы Украина экспортировала бренды, а не мозги?

– Это комплексная проблема, многоаспектная. Но, в сущности, все упирается в отсутствие нужного базиса, как сказали бы раньше. Нет денег, экономика не работает надлежащим образом. А это первое, с чего надо бы начать. Я говорил, что не люблю, когда люди скулят и жалуется, если они палец о палец не ударили и сами себя привели к плохой жизни. Но здесь несколько иная ситуация: Академия предлагает, ее предложения принимаются к рассмотрению, однако, в конце концов, из благих намерений ничего не получается. Почему? А потому, что на уровне деклараций у нас все со всеми согласны, все выступают за все хорошее и против всего плохого. А с конкретными делами - уже проблема. Все новое и перспективное должно иметь законодательное обеспечение. Ну, предлагаем мы свои разработки и технологии, предприниматели их оценивают, что-то берут в производство. Если они не знают, что будет завтра, они не захотят рисковать и инвестировать в продукт, с которым выйдут на какой-то приемлемый уровень рентабельности не завтра-послезавтра - условно, - а, например, лет через 5, 7, 10. Наша задача, задача ученых Академии, - понять законы мироздания и воплотить творческие идеи в прототипы. Задача предпринимателя - довести этот прототип до массового производства и получить с этого прибыль. Задача государства - создать такое законодательное поле, в котором бы предприниматель, который хочет с учеными взаимовыгодно сотрудничать, не опасался за свой капитал и свою собственность и смело вкладывал средства. Что получается в итоге? А то, что ученые есть (пока есть, и надо это ценить). И предприниматели есть. И одни хотят передать результат своей работы далее, чтобы он приносил какую-то пользу. А вторые хотят этот результат взять и реализовать на производстве. А вот одного звена не хватает. Это уже эдакое общее место. Мы постоянно говорим, что внимание государства к ученым недостаточное. Однако же и о бизнесе оно не особо заботится. Наши экономисты и другие социогуманитарии рецепт знают, хотя этот рецепт - вовсе не секрет. Это же известные вещи. И я вам о них скажу. На тот случай, если государственные мужи будут читать нашу с вами беседу. Так называемые налоговые каникулы для предпринимателей, упрощенная отчетность. А для предпринимателей-инноваторов - еще и дополнительные льготы, потому что они двигают страну вперед. Это я сейчас банальностями сыплю. Правда в том, что мы уже устали подавать предложения органам власти. А положительного эффекта пока нет.

Успешные примеры случаются, однако их единицы. Вот сейчас в КПИ проводят фестиваль для авторов креативных идей. Фестиваль в честь Игоря Сикорского. Наши ученые тоже принимают в этом

участие. Каждый раз возвращаются оттуда с наградами. Есть отдельные стартапы, которые начали ученые Академии. А ведь это должно быть правилом: если ты умный, то непременно должен быть зажиточным. Потому что иначе люди будут искать лучшей судьбы в других местах.

Но проблема молодежи и впрямь болезненная. Без прилива молодых кадров наука в Академии не будет развиваться. Она просто угаснет, и на том все закончится. Академия, со своей стороны, старается сделать то, что ей по силам. Но, может, пришло время и Украинскому государству сказать свое весомое слово? Наши ученые выходили на несколько митингов и пикетов, хотели донести свою позицию наверх. И был там один выразительный плакат, на нем науку сравнивали с армией. Наука - это тоже атрибут государства. Цивилизованного государства. Это же вопрос национальной безопасности. Повсюду в мире развитие науки - государственный приоритет. Почему у нас не так? Почему считают, что у нас можно перевести науку на самообеспечение, на «подножный корм»? Наука - не та сфера, на которой экономят.

Международная ассоциация академий наук МААН, президентом которой вы были с начала ее учреждения в 1993 году, существует? С какими постсоветскими странами сохранились научные контакты?

– Да почти со всеми. Связи прервались только с Россией. По понятным причинам. Ассоциацию я не возглавляю уже более года. Но она продолжает работать на базе Белорусской академии наук. Кстати, недавно МААН отпраздновала свои 25 лет. Это была и есть эффективная форма сотрудничества, на мой взгляд. Было бы неправильно разрывать связи, которые налаживались годами. Разрушить всегда легче, чем сохранить. Если сохранить можно - значит, надо сохранять. А со странами, которые после распада Союза не стали членами МААН, у нас отдельные соглашения, выполняем общие проекты. Работаем. И очень плодотворно работаем.

Борис Евгеньевич, в свое время вы отказались от предложения возглавить АН СССР, и на должность ее президента на смену М.В. Келдышу пришел А.П. Александров. Никогда не жалели, что приняли такое решение? Ведь в правящих и профессиональных кругах СССР вы имели неоспоримый авторитет.

– Ни разу о своем отказе не жалел, ни разу. Если бы получил такое предложение еще раз, снова отказался бы. Институт электросварки - детище моего отца. Без преувеличения. И я туда старался вкладывать свои силы, что-то развивать, поддерживать. У меня было еще много работы в украинской Академии, поэтому и не пошел в союзную. Это было бы безответственно. Мне так казалось. Здесь уже была налажена работа, была нераспаханная научная нива. Вот на ней можно было вырастить что-то новое и продуктивное. Не послед-

нюю роль играло то, что здесь, в Киеве, я родился и прожил большую часть жизни. А дома, как говорится, и стены помогают.

Помнится, великий хирург и мыслитель Николай Амосов пытался «убежать от старости», занимаясь бегом, физическими тренировками, закаливанием организма. Прежде вас часто могли увидеть на теннисном корте. Вы увлекались и водными лыжами. Как вам удается поддерживать свою физическую форму? В чем секрет вашей трудоспособности?

– Все очень просто. Нового слова здесь не скажу. Рецепт на все времена - гармоничное развитие тела и духа, физических и интеллектуальных способностей. Недаром именно таким был ренессансный идеал человека. Амосов был талантливым кардиохирургом и просто замечательным человеком. Но, по моему мнению, он несколько перегрузил себя. У академика Амосова были как приверженцы, так и противники его метода. Последние доказывали, что нельзя так истощать свой организм. Потому что это до добра не доведет. Он и сам позднее сознавался, что ошибся. Но ошибка - тоже опыт. Опыт того, как не надо делать. Физическая активность должна быть умеренной. Если заниматься ею - то только ради улучшения состояния здоровья, а не наоборот, не так ли? Я никогда не занимался спортом профессионально. А выбирал такие виды физической активности, чтобы они были интересными и увлекательными. Долго занимался теннисом, альпинизмом, водными лыжами, плавал. А 20 с лишним лет назад повредил ногу на водных лыжах. Травма, к сожалению, дает о себе знать. Но от движения не отказываюсь, ведь движение - это жизнь. Оно держит человека в тонусе, сколько бы лет ему ни было. Нельзя сохранять ясность мысли и остроту ума, если тело запущено. Поэтому, чтобы работать эффективно, я всегда пытался хотя бы несколько часов в неделю посвящать поддержанию физической формы. Кроме того, это хорошо снимает стресс. Это важно, как мне кажется, и для людей на руководящих должностях. Поскольку им переживаний хватает. Сам знаю.



Борис Евгеньевич Патон и Евгения Борисовна в Кавказских горах по дороге на пик Патонов

Чем любите заниматься на досуге?

– Почти вся моя жизнь - работа. Видимо, это неправильно, но так уж сложилось... Люди говорят – профдеформация (*улыбается*). Были, конечно, дни отдыха. Но этих дней я не насчитаю более десяти. Ну, двадцати. Есть такая хорошая книга - об Алисе в Стране чудес. Ее в детстве очень любила Олечка, моя внучка. Один из героев этой истории дает Алисе отличный совет. Чтобы оставаться на месте, надо бежать изо всех сил. А чтобы двигаться вперед, надо бежать вдвое быстрее. По-моему, очень полезный совет. Если ты не прогрессируешь, то деградируешь. И будешь плестись в хвосте. Постоянно быть в курсе всех событий и ежедневно работать - это была даже не моя прихоть или «зацикленность». Это была потребность времени. Она до сих пор актуальна. Где бы я ни был - в Президиуме, Институте электросварки, на даче - пытаюсь много общаться с коллегами и, конечно, знакомлюсь с документами. Это тоже часть моей работы. Ее никогда не бывает мало. Была бы шея, а ярмо найдется (*смеется*).

Восточная мудрость гласит, что даже столетняя жизнь - это всего лишь 36 тысяч дней. Правда ли, что с возрастом ощущение течения времени меняется, и кажется, что оно летит стремительно, словно горный поток?

– Истинная правда! В молодости думаешь: дни такие длинные, вся жизнь впереди. Еще успею! А потом оглядываешься - и видишь, что она прошла как один день. Но в этом есть и хорошая сторона. Знаете, это как подняться на высокий пик. Начинаешь видеть то, что раньше было недоступно зрению. Начинаешь понимать, на что надо было больше внимания обратить, что – отбросить, ибо оно оказалось второстепенным. Когда живешь сто лет, перед глазами меняются режимы, уклады, обычаи. Это, конечно, пища для ума.

О чем жалеете на склоне лет?

– Жаль, что мало времени уделял искусству - музыке, живописи, художественной литературе. В результате не очень хорошо во всем этом разбираюсь. Все работа, работа, работа... То времени не было, то сил. Хочу немного заполнить этот пробел. При случае читаю все, что попадает под руку. Опять же, когда есть время. Но что поделаешь... Ясно, что это не системно. Экспертом, очевидно, уже не буду (*улыбается*). Но до какого-то любительского уровня, может, и дорасту.

А просто сидеть и жаловаться - это не очень продуктивно. Можешь исправить, наверстать то, что пропустил, - так делай! В большинстве случаев не бывает слишком поздно. А не можешь сделать - смиришься и живи дальше, не грызи себя. Самоедство еще никого счастливым не сделало. Теперь я, очевидно, смотрю на эти вещи немного философски. Понимаю, что всей работы не переделаешь и всюду

не побываешь. Человеческое время очень ограничено. Больше, чем кажется. Стремитесь сделать больше – и что-то да успеете.

Если бы можно было вернуть поток жизни назад, что бы вы хотели изменить?

– Все мы, как правило, умнее задним числом. И только история не знает условного наклонения. Есть конкретные обстоятельства, есть конкретное время. И надо что-то выбирать, совершать какие-то поступки. Если бы пришлось прожить такую же жизнь еще раз - скорее всего, сделал бы снова так, как уже делал.

Какой месседж, или напутствие, вы хотели бы высказать тем, кто только пришел в науку или придет завтра?

– Прежде всего я бы предупредил, что наука - тяжелый труд. Где-то даже изнурительный. Требуется полная отдача. Надо постоянно самосовершенствоваться, узнавать что-то новое. Научный мир очень конкурентен. Чтобы реализоваться, стать заметным, надо быть на голову выше других. Надо работать очень много и очень хорошо. Надо быть готовым к тому, что порой приходится чем-то жертвовать. Отдыхом, сном, например. Представьте, что в вашей лаборатории проводится длительный эксперимент. И его нельзя прерывать. Вы не можете так просто взять и уйти домой в шесть часов вечера. Потому что все усилия пойдут прахом. Наука в этом плане очень отличается от некоторых других профессий. Это не работа, которая называется «с девяти до шести». Это такой образ жизни. И образ мышления. Для этого надо иметь не только особый склад ума, но и определенное мировоззрение. Если вы действительно хотите посвятить себя науке. Вы младший научный сотрудник или уже известный специалист в своей области - не имеет значения. Первая заповедь для вас - работа, работа и еще раз работа! Без нее ничего не выйдет. И никогда не будет легко. Но это тоже еще не все. Надо иметь большую цель. И в профессии тоже.

Не секрет, что многие ученые скептически относятся к религии. У них иная картина мира. А что вы думаете об этом?

– Я не верующий, но и не против религии. Меня родители окрестили еще грудным ребенком. Ну, окрестили так окрестили. Мне от этого хуже не стало. Я думаю, какие-то общеобязательные принципы нужны. Чтобы держать человека в определенных границах приличного. Чтобы в обществе не было «войны всех против всех», а были мир и порядок. Чтобы был страх Божий. Или совесть. Называйте - как хотите. Закон – это что? Это формализованная мораль. А какая мораль? Да та, которая выросла из религиозных заповедей.

(сокращенный вариант интервью)

● #2011

Трон для Б.Е. ПАТОНА

Фрагмент интервью В. Губареву и АиФ: несколько эпизодов из жизни великого ученого. Я имел счастье быть знакомым с Б.Е. Патоном близко. Мы встречались и беседовали регулярно на протяжении шести десятков лет. Хочу вспомнить о некоторых из встреч с этим гениальным человеком.

Трагедия Чернобыля. Его тогда не услышали

Б.Е. Патон лично принимал участие в ликвидации последствий аварии на чернобыльской АЭС. Патон кружил на вертолете над жерлом взорвавшегося реактора АЭС, разглядывал масштабы разрушений, чтобы потом скоординировать всю работу ученых по ликвидации аварии.

В начале 1990 г. нарастала волна критики науки и ее лидера в Украине из-за якобы существующего разрешения Академии наук УССР на строительство АЭС в Чернобыле, но в «чернобыльском» архиве хранятся документы, показывающие, насколько велико было предвидение Патона, который всеми силами пытался предотвратить чернобыльскую катастрофу. Ряд материалов относится к 1980 г., когда принималось решение о строительстве АЭС на Украине. Патон обращается с письмами в Совет Министров УССР, к первому секретарю ЦК КПУ Щербицкому, в Академию наук СССР, к руководству СССР. Он доказывает, что принимаемые решения нуждаются в более тщательной проработке, что строительство новых АЭС ведется наскоком, ускоренными темпами, а нужна предварительная тщательная научная экспертиза.

10 ноября 1981 г. Патон выступает на заседании Совета Министров УССР, приводит детальный анализ того, что может произойти, если не учитывать мнение науки. Увы, его предупреждения не услышали. В конце концов вмешался президент АН СССР Александров. – Атомные реакторы настолько безопасны, что их можно строить даже на Красной площади, – убеждал он.

– Ну и стройте там! – в сердцах ответил Патон. Это было 2 февраля 1986 г.

А в июне 1986 г. Александров приехал в Киев. Он был потрясен увиденным в Чернобыле. При встрече с Патоном признал: – Вы были правы, Борис Евгеньевич!



Б.Е. Патон на Чернобыльской АЭС, 01.11.1990 г.

Не так давно я вновь спросил Патона: – Как Вы думаете, последствия Чернобыля оценены уже в полной мере?

– Нет, конечно. Даже мы с вами, прошедшие эту трагедию с самого начала, в полной мере не можем оценить все ее масштабы, хотя знаем о ней больше других.

– Что теперь будет с Чернобылем?

– Скажу честно: фактически ничего существенного не сделано! Какие только «научные обоснования», «экспертиза», «проекты» не делались. На них затрачены колоссальные средства, а толку никакого.

Хороший начальник

– Вы хороший начальник? – спросил его в одной из бесед.

– По-моему неплохой.

– А почему так считаете?

Потому что к людям отношусь по-людски, а не по-хамски! Нельзя унижать достоинство человека, топтаться по нему. Скажу крамольную мысль: лучше работать с умным человеком, даже если он достаточно большая сволочь, чем с очень хорошим, добрым человеком, но дураком.

– А какая черта собственного характера не нравится?

– Есть такая. Я ее унаследовал. Всю свою жизнь я трудоголик. И ничего другого у меня нет. Кроме конечно спорта.

Спорт для работы

Спорт мне нужен для работы. Если бы не было спорта, ту нагрузку, которая падает на меня, я просто не выдержал бы.

– А какой вид спорта?

– Занимался водными видами спорта, несколько десятилетий катался на водных лыжах. Но в 76 лет поломал тазобедренный сустав. Не случись этого, катался бы до сих пор! А еще играл в теннис. Но после травмы из-за запрета врачей у меня осталось только плавание – 40 раз проплывал бассейн туда и назад, получалось 1 км. А потом перешел на 500 м.

Я работал

– Вас же согнуть невозможно?

Я с 1953 г. работаю директором Института электросварки, а с 1962 г. – президентом Академии. Так вот меня часто спрашивают: как же при всех советских вождях я оставался на своих должностях? Ответ простой: я работал. Вместе со своим коллективом. И вожди понимали, что вреда я им не приношу, а польза большая. Если же меня куда-то выгнать, то дело развалится.

– Наука – это все-таки мощь государства?

– Нет науки – нет государства! Об этом руководители любят говорить, но очень мало делают для ее укрепления и развития.

Мне кажется, эти слова – своеобразное завещание великого ученого Бориса Евгеньевича Патона, важно, чтобы они были услышаны, потому что в них скрыта сущность современной жизни и роль науки.

● #2012

Зварювання та споріднені технології - бойовому ракетобудуванню.

Частина 3. Нарощування потужності бойових стратегічних ракет першого покоління

Л.М. Лобанов, академік НАНУ, д.т.н., **О.М. Корнієнко**, д.і.н., к.т.н., ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ (Київ)

У 1956 р. Головний конструктор ОКБ-586 (КБ «Південне») М.К. Янгель ще до першого польоту ракети Р-12 запропонував створити балістичну ракету, що удвічі перевищує дальністю ураження цілі – до 4500 км. В ескізному проекті ракети Р-14 (8К65) розглядалися одноступенева і двоступенева схеми. До цього часу Державний інститут прикладної хімії (Ленінград) створив нове пальне – несиметричний діметилгідразин, а ОКБ-456 (з 1966 р. КБ енергетичного машинобудування, м. Химки) розробило потужний двокамерний двигун, що дозволяло б підвищити енергетичні можливості Р-14 на 15 %. ГСП-НДІ-49 (ЦНДІ конструкційних матеріалів «Прометей», Ленінград) розробив для автономної інерціальної системи управління гіростабілізовану платформу, що забезпечувало більш високу точність стрільби. Незабаром в структурі ОКБ-586 було створено спеціалізоване рухове КБ, перетворене з філії ОКБ 3 НДІ-88 [1, 2].

Після деякої перерви, викликаній необхідністю проектування міжконтинентальної ракети Р-16, розробка Р-14 тривала прискореними темпами. Причому уряд СРСР висунув додаткові вимоги до тактико-технічних даних, викликані нарощуванням бойової потужності ракет США. У березні 1959 р. в проектному завданні ядерний боеприпас збільшили до 2,3 Мт. Ракета повинна була досягати будь-якої країни Європи, Азії, північній частині Америки і Африки [3, 4].

Треба було вирішити традиційне багатівкове завдання творців транспортних засобів – знизити вагу, природно не на шкоду міцності і місткості, збільшити потужність двигуна. І, природно, бойові ракети повинні відповідати призначенню – з достатньою точністю вражати об'єкти противника.

У першому поколінні бойових стратегічних ракет КБ «Південне» було закладено кілька оригінальних рішень. Корпус, тобто обичайки бака пального і частина секцій обичайки бака окислювача виготовили з пресованих панелей алюмінієвого сплаву АМг-6Н. Завдяки особливостям конструкції корпусу і високоефективної руховій установці була створена одноступенева ракета з дуже

великою дальністю стрільби. При панельній конструкції знижується їх маса, оскільки пресовані панелі у вигляді монолітно виконаних частин обшивки зі стрінгерами відрізняються високою міцністю і стійкістю. Панелі збираються на стапелі і зварюються по стиках, утворюючи циліндричну оболонку бака. Потім зсередини до стрінгерів оболонки приварюють навісні кільцеві шпангоути. Оболонка сприймає все зовнішні навантаження, що діють на ракету при транспортуванні і в польоті. Виготовлення бака закінчується стикуванням і приварюванням до оболонки сферичних днищ через торцеві посилені шпангоути і установкою арматури (рис. 1).

З баком пального з'єднується приладовий відсік. Система управління (СУ) польотом ракети – автономна. Основні прилади СУ розташовані в приладовому відсіку. Тонкостінна оболонка відсіку, зміцнюючий набір з шпангоутів і стрінгерів виготовлені з алюмінієвого сплаву Д16Т. Така конструкція виготовляється із застосуванням клепок, негерметична, бо всі прилади, які встановлюються у відсіку, можуть надійно працювати в розрідженій атмосфері. Відсік розміщений в зоні центру мас ракети. Цим створюються найкращі умови, перш за все для роботи гіроприладів, за рахунок видалення їх від джерел вібрацій двигуна і зменшення впливу амплітуд коливань ракети [5].

Коротенько відзначимо деякі конструктивні рішення по розміщенню двигуна. У бак пального, в його тунельну трубу вводиться магістральний трубопровід окислювача, по якому пальне подається в двигун. Окислювач має велику щільність (1,47 г/см³), тому його бак розташований попереду бака пального. При цьому центр мас ракети змістився до головної частини, збільшилася відстань до газових рулів і стабілізаторів, покращилась стійкість і керованість ракети в польоті. З силовим шпангоутом бака пального стикується рама двигуна 8Д613.

Рама пов'язує всі чотири його камери згоряння. У голівці кожної камери згоряння 793 форсунки, їх строго певне положення дозволяє добре змішувати компоненти палива і тим забезпечувати високу

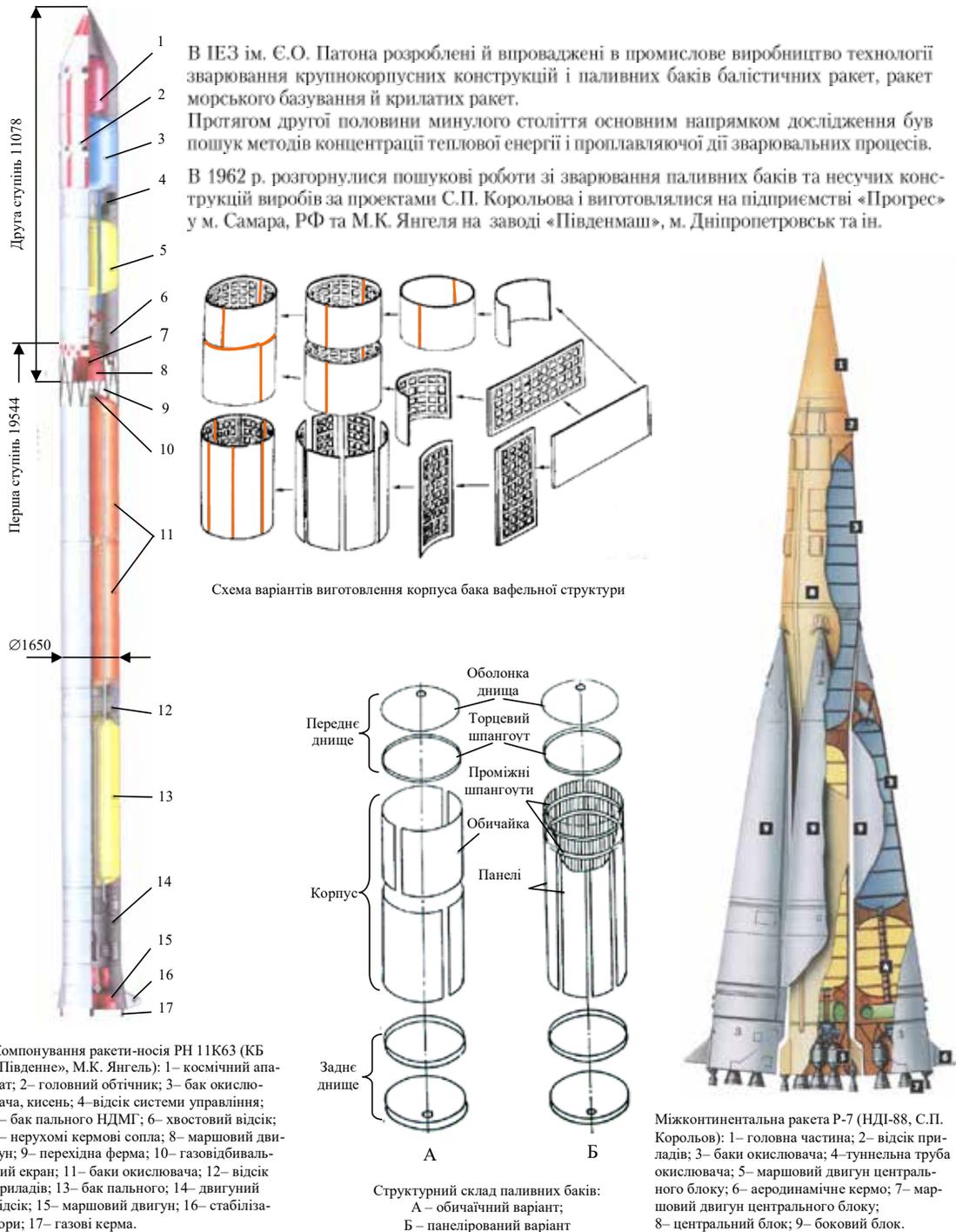


Рис. 1. Варіанти виготовлення паливних баків ракет-носіїв

повноту згорання. Через крайні форсунки надходить тільки пальне, надлишок якого у вогневої стінки захищає її від прогару. Кожні 2 камери згорання об'єднуються в блок.

Виготовлення таких унікальних конструкцій вимагало вирішення багатьох наукових, технологічних і конструкційних завдань. Зрозуміло, що такі завдання не могло вирішити самостійно ніяке найбільше і комплексне НДІ і КБ. До роботи на ракетобудування крім власних виконавців, залучалися десятки «суміжників». Ракетобудуван-

ня було однією з найбільш засекречених галузей, як в СРСР, так і в інших країнах, і мало що було відомо про аналогічні роботи за кордоном.

У той час найважливішою технологією з'єднання в ракетобудуванні США було дугове зварювання в інертних газах. Тільки при виготовленні самого маленького з резервуарів для пального та рідкого кисню першого ступеня ракети «Сатурн-1» діаметром 1,78 м, виконано більше 120 зварних швів, що йдуть як поздовжньо, так і по колу. Способи дугового зварювання в інертному газі (аргоні або гелії)

все ширше використовували для кріплення захисних оболонок ракет і їх конусів з системами наведення. Але з рідкопаливними ракетами виникли неприємності. Американським «колегам» не вдалося впоратися з завданням високоякісного зварювання алюмінієвих сплавів. Через порушення герметичності баків рідинні ракети класу «Титан» не витримували норм зберігання на стартовій позиції (тобто в заправленому стані). Тому подальше було форсовано розробку твердопаливних ракет і на озброєння США послідовно були здані тактичні ракети «Поляріс» морського базування, міжконтинентальні ракети «Мінітмен-І», «Мінітмен-ІІІ», «М-М-Х» наземного і «Трайидент» морського базування [6]. При виготовленні корпусу балістичної ракети «Юпітер» з алюмінієвих сплавів було виконано більше 300 м зварних швів. Способи дугового зварювання в інертному газі пізніше були використані для з'єднання елементів зі сталі компанією «Сан шіпбілдінг енд Драй» для виробництва ракет діаметром 6,6 м і висотою 18,3 м. Такими ж способами були зварені конструкції міжконтинентальної балістичної ракети «Атлас» з нержавіючої сталі, повітряні резервуари «Боїнг» і елементи тактичних ракет з титану. Згодом на висококиплячих компонентах палива на озброєння була прийнята важка міжконтинентальна балістична ракета «Титан-2» [7].

Було очевидно, що багато завдань потрібно вирішувати вперше в світі. Цикл втілення ідеї в виріб складався з наукових досліджень, конструкторських робіт (загальна схема, компоновання, деталювання). Комплектуючі вироби та технології, створені в галузевих НДІ, КБ, академічних інститутах, ВУЗ-ах надходили ракетним КБ і НДІ, де ретельно досліджувалися на відповідність вимогам. Після розгляду декількома комісіями, приступали до технологічної підготовки. Основна мета – перевірити нові конструкції, технології та обладнання в виробничих умовах, при необхідності скорегувати креслення, проаналізувати, виготовити дослідний зразок, контролювати якість і інше. А крім того навчити фахівців КБ і заводів.

М.К. Янгель, як конструктор і людина з дуже широким кругозором прекрасно розумів, що вирішення проблемних питань в ракетно-космічній техніці неможливо без активної участі вчених з усіх секторів науки – академічного, галузевого, міжвузівського. Він широко залучав до співпраці багато інститутів СРСР, в т.ч. інститути Академії наук УРСР. У свою чергу інститути прагнули до того, щоб логічним продовженням їх фундаментальних досліджень були прикладні дослідження і розробки в інтересах створення нової техніки [1].

Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона разом з багатьма КБ, НДІ, підприємств посилив роботи по ракетній тематиці. Зокрема, необхідно було створити надійні технології з'єднання великих кон-

струкцій (паливних баків, корпусів гіроскопів, боєголовок, ядерних двигунів, космічних літальних апаратів і ін.). Завдання ускладнювалось низкою факторів. Несиметричний діметілгідразін має надзвичайну проникаючу здатність. Усередині листового прокату і штампованих деталей з алюмінієвих сплавів були протяжні оксидні і інші включення, які розкривалися в зоні зварювання. Просторові тонкостінні конструкції паливних баків при зварювання, особливо при монтажі на бічній поверхні люків, деформувалися понад допустиму норму. Протягом 1950-х рр. способи, засновані на дугових процесах, займали лідируюче положення у виробництві ракетно-космічної техніки [8, 9].

З великого списку робіт тільки для виготовлення несучих конструкцій ракет з алюмінієвих сплавів, якими довелося займатися інституту під керівництвом Б.Є. Патона, можна виділити наступні основні напрямки:

1. Комплексні дослідження природи зварювання і пайки, і створення на їх основі високопродуктивних технологій з'єднання матеріалів; розробка високоефективних зварювальних матеріалів, технологій та обладнання для їх виробництва.

2. Дослідження міцності, надійності та довговічності зварних з'єднань і конструкцій, розробка основ проектування і комплексного механізованого виробництва зварних конструкцій;

3. Дослідження і розробка систем діагностики несучої здатності зварних конструкцій; створення приладів та методів неруйнівного контролю;

4. Розробка джерел живлення з поліпшеними характеристиками; автоматизація зварювальних процесів; розробка нових систем стеження за технологічними процесами.

Корпус гіростабілізатора відливали зі сплаву алюмінію, на його дні розташовували різноманітну апа-

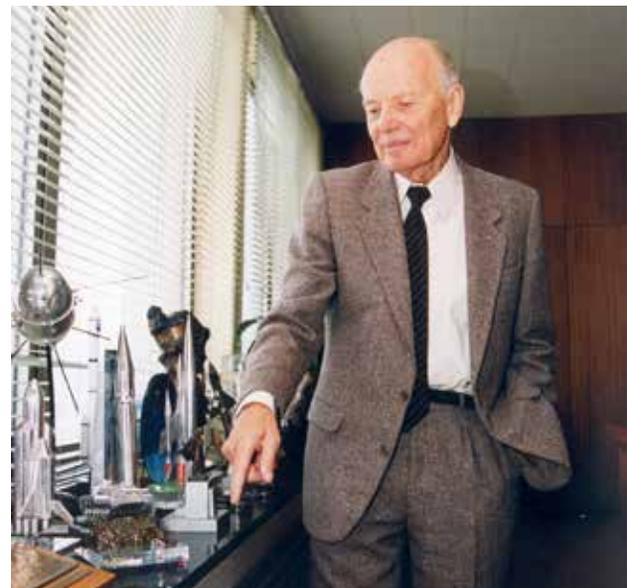


Рис. 2. Б.Є. Патон с подарками Головних конструкторів ракет

ратуру. Плата стабілізатора повинна мати три ступені свободи щодо корпусу. Тому корпус і плата стабілізатора пов'язані через карданний підвіс. Його зовнішня рамка – ліра виготовлена з титану. Ліра встановлена в підшипниках корпусу. Дія гіроскопічною стабілізації змушує ліру залишатися нерухомою при обертаннях і коливаннях корпусу ракети.

Завдяки такому кардановому підвісу і стабілізації його трьома гіроскопами, зберігається незмінним положення плати стабілізатора в світовому просторі, незалежно від еволюцій ракети в польоті.

Застосування вперше на ракеті 8К65 генератора програмованих імпульсів замість кулачкових програмних механізмів, як це практикувалося на більш ранніх зразках ракет дальньої дії, зменшило похибки розвороту ракети на ціль, підвищило точність стрільби по дальності. Автономна система управління польотом на базі гіростабілізований платформи дозволило істотно підвищити точність стрільби як по дальності, так і в бічному напрямку.

Корпус хвостового відсіку виконаний у вигляді тонкостінної конічної оболонки, підкріпленої поздовжньо-поперечним набором з стрингерів і шпангоутів. Конічна форма корпусу хвостового відсіку і її використання в компонованні ракети більшою підставою до донного зрізу дозволяють розмістити двигун, зрушити центр тиску вниз по довжині ракети від центру мас і поліпшити її стабілізацію в польоті. Матеріали конструкції, алюмінієві сплави: оболонки – Д19АТ, набору – Д16Т. Конструкція корпусу – клепапа, негерметична. Такі конструктивні і технічні особливості звели масу корпусу до 7,1 т.

На ракеті встановлювався маршовий двигун РД-216 з 2-х ідентичних рухових блоків 8Д513, об'єднаних рамою кріплення і що мають загальну систему запуску, кожен з яких мав 2 камери згоряння, турбонасосний агрегат, газогенератор, що працює на основних компонентах палива і систему автоматики. Камери згоряння паянозварної конструкції з внутрішнім і регенеративним охолодженням. Корпус камери утворений двома оболонками – вогневої бронзової стінкою і сталевий сорочкою.

Для того, що б забезпечити можливість захисту ракет від нападу ймовірного противника на старті як з наземних споруд, так і з укриття, в 1963 р. був створено уніфіковані варіанти ракетних комплексів Р-12У і Р-14У, а потім і Р-16У. Стартове устаткування розробили і виготовили на Новокраматорському машинобудівному заводі, транспортне устаткування – на Дружківському машинобудівному заводі. У ЦКБ-34 (Головний конструктор Є.Г. Рудяк) розробили шахтні пускові установки «Чусовая», «Шексна-В» і ін.

Залишалось тільки реалізувати усі ці проекти, вперше вирішити безліч різноманітних проблем.

Б.Є. Патон особисто керував розробкою і впровадженням зварювання і родинних технологій у ра-

кетно-космічну галузь СРСР. В ІЕЗ було створено ефективну систему роботи від завдання, ідеї вирішення до впровадження. Відділи № 7 (Д.М. Рабкін, А.Я. Іщенко, Б.А. Стебловський і ін.) розробили технологію аргонодугового зварювання стикових з'єднань з періодичним перетином. Для виготовлення газоструйних рулів керуючих органів і порохових гальмуваних двигунів потрібні були нові технології зварювання жароміцних сталей і жаростійких покриттів. З цими завданнями впоралися відділи № 5 і № 11 (А.Є. Асніс, Б.М. Кушніренко, А.К. Царюк і ін.), відділ № 13 (Б.О. Мовчан). Способи зменшення деформацій були розроблені у відділі № 8 (Б.С. Касаткін, Л.М. Лобанов та ін.). Техніку зварювання вузлів з титанових сплавів розробили у відділі № 30 (С.М. Гуревич, В.П. Прилуцький та ін.). Розробкою неруйнівних методів контролю якості зайнялися в відділі № 4 (В.О. Печаль і ін.). До розробки технологій зварювання, пайки, наплавлення, напилення, до створення апаратури залучалися і інші підрозділи ІЕЗ. Крім розробки і удосконалення технологій створювалося необхідне обладнання в декілька відділах ОКТБ під керівництвом А.І. Чвертко, В.Є. Патона, В.А. Сахарнова та ін. По телефону, а іноді і при особистих зустрічах Б.Є. Патона з С.П. Корольовим, М.К. Янгелем, В.П. Челомеем, А.М. Макаровим, В.Ф. Уткиним та іншими конструкторами і керівниками конструкторських бюро, інститутів і заводів, вирішувалися принципові стратегічні питання ракетобудування.

Б.Є. Патон розгорнув доопрацювання обладнання і технологій безпосередньо на місцях ракетобудування, із залученням фахівців КБ і підприємств. Впровадження нової техніки на заводи і в КБ відряджались науковці і конструктори інституту і ці відрядження розтягувалися іноді на кілька місяців, до тих пір, поки всі питання не будуть зняти. Роботу систематично контролював Борис Євгенович. Був створений спеціальний відділ № 192 – впровадження обладнання і технологій в ракетобудування. Керівник відділу Б.А. Стебловський з метою оперативності був наділений правом «директорського підпису». Розробники з наукових відділів, відділів конструювання обладнання та співробітники відділу впровадження обладнання і технологій в ракетобудування працювали в лабораторія ракетних НДІ і КБ в Москві і Підмосков'ї (у Реутові, Калінінграді, Хімках), на заводах в Дніпропетровську (Дніпро), в Куйбишеві (Самара), в Оренбурзі, Міассі, Пермі, Красноярські, на Байконурі і на інших заводах країни. У станах роботи співробітники доповідали директору майже щотижня. В архіві ІЕЗ збережено сотні протоколів, за якими можна скласти уявлення про діяльність директора в цієї галузі.

За 6 місяців – з червня по грудень 1960 р. на заводах № 586 (ЮМЗ) і № 1001 (з 1964 р. – Красноярський машинобудівний завод) було виготовле-

но 50 ракет Р-14 (SS-5) (рис. 3, 4) і на Державному Центральному полігоні № 4 (космодром Капустін Яр) проведено 44 пуска. Зрозуміло, що при реальному використанні за призначенням ракети з ядерними боєголовками повинні працювати безвідмовно. Випробування тривали. Всього було запусчено 182 ракети, з успішними пусками 93 %. Претензій до складально-зварювальних технологій не було – відмови траплялися в основному через недоліки роботи електроніки. Була досягнута дальність стрільби 4500 км, точність стрільби 5 км. Ядерне наповнення боєголовки було створено в НДІ-101 (Челябінськ-70). До середини 1970-х рр. в СРСР було виготовлено 40 тисяч ядерних боєголовки.

Ракета Р-14 (рис. 3, 4) була прийнята на озброєння постановою уряду від 24 квітня 1961 р. Перший дивізіон з чотирма стартовими позиціями ракетного комплексу с БРСД 8К65Р-14 встав на бойове чергування 31 грудня 1961 р. в м. Глухові, наступного дня – дивізіон в м. Приєкулі.

Прагнення підвищити живучість призвело до розробки шахтного варіанта базування ракети – 8К65У. Для ракети в варіанті 8К65У були створені шахтні пускові установки (ШПУ) «Чусовая». Модифікована ракета була більш досконалою, ніж 8К65. Її оснастили системою дистанційного керування заправкою паливом і стисненими газами. ШПУ забезпечували тривале підтримання ракет в готовності до пуску.

Перший пуск ракети 8К65У відбувся 11 лютого 1962 р. на полігоні Капустін Яр. У жовтні 1963 р. випробування успішно завершилися, і новий БРК був прийнятий на озброєння Ра-

кетних військ стратегічного призначення. Ракети Р-14У почали встановлювати в шахти. До 1965 р. було розгорнуто 97 пускових установок.

Однак жодну ракету SS-7 так і не вдалося «випробувати» за призначенням. У виконанні договору СРСР і США про ліквідацію ракет середньої і малої дальності вони були зняті з бойового чергування в 1987 р.

Тим не менш, це була перемога ідеї Михайла Кузьмича Янгеля, перемога тих, хто брав участь в реалізації цієї ідеї, в т.ч. і патонівської наукової школи [1, 5]. Але ракета 8К65 використовувалась і в космічних цілях. На її базі було створено геофізичну ракету «Вертикаль» для виконання міжнародної програми співпраці соціалістичних стран в області дослідження і використання космічного простору – «Інтеркосмос». Так ще одна ракета доказала спроможність СРСР виготовляти стратегічні ракети на висококипячих компонентах. Однією з умов реалізації цього напрямку ракетобудування була абсолютна герметичність паливних баків (вага палива склала 79,2 тс). Завдяки досить високій якості з'єднання, в першу чергу зварювальним технологіям, 30-ти добовий гарантійний термін перебування ракети в заправленому стані було значно перевищено.

З огляду на загострення міжнародної обстановки уряд СРСР в травні 1959 р. розпорядився прискорити розробку ракетного комплексу Р-16 (рис. 5) (міжконтинентальної балістичної ракети 8К64 – SS-7), вийти на льотні випробування в кінці 1960 р., почати серійне виготовлення ракет з 1962 р. З метою об'єднання виробничих потужностей і прискорення переходу на серійне виготовлення ракет ОКБ-586 і завод № 586 М.К. Янгель і А.М. Макаров прийняли рішення передати експериментальне виробництво ОКБ заводу. Ракета 8К64 – перша міжконтинентальна двоступенева балістична ракета, створена ОКБ і заводом. Паливні баки I ступеня і бак «Г II ступені – панельної конструкції, а бак «О» 11 ступені виготовлений з листового металу АМг6 із застосуванням хімічного фрезерування. В якості керуючих органів вперше використані камери рульових двигунів що коливаються.

Ще один напрямок в ракетній науці і техніці визначив Володимир Миколайович Челомей.

Ще у 1944 р. під його керівництвом була створена бойова крилата ракета 10Х, яку було прийнято на озброєння на початку 1945 р. Для реалізації його ідеї створення ракети зі складеними крилами в пускових установах мінімальних розмірів 19 липня 1955 р. було створено ОКБ-52.



Рис. 3. Ракета Р-14 (SS-5 – Skean). Музей Ракетних військ стратегічного призначення (РВСП), Балабаново, Московська обл.



Рис. 4. Ракета Р-14 – на параді, Москва, 07.11.1967 р.



Рис. 5. Ракета Р-16 (SS-7 – Saddler), Музей РВСП, Балабаново, Московська обл.



Рис. 6. Перші МБР СРСР

М.С. Хрущов, син якого працював з Челомеєм, допоміг ОКБ-52 «з'їсти» могутні авіаційні фірми В.М. Мясищева, П.О. Сухого, С.А. Лавочкина, завод ім. Хрунічева. На їх базі було створено найбільше в СРСР ракетне КБ (НВО «Машинобудування»). В.М. Челомей вирішив потіснити С.П. Корольова в космосі, М.К. Янгеля – у бойовому ракетобудуванні і почав створювати ракетну зброю для всіх видів військ: Військово-морського флоту, Ракетних військ стратегічного призначення, а пізніше – Військово-космічних сил. Вже у 1959 р. за результатами пусків з підводних човнів була прийнята на озброєння ракета КР П-5.

Одночасно з вдосконаленням бойових ракет в СРСР продовжували вдосконалювати термоядерні заряди. У 1961 р. вже в ході льотних випробувань ракет 8К64 і 8К65 було наказано замінити заряди в головних частинах (ГЧ). До 1962 р. були розроблені уніфіковані ГЧ, придатні для ракет обох конструкцій. З огляду на можливі успіхи в удосконаленні ядерного зброї, в КБ прийняли рішення надати дотримуватися уніфікації.

24 жовтня 1960 р. на 5 НДВП (Байконур) під час підготовки до першого пуску за програмою ЛКИ стався несподіваний збій – включилися двигуни другого ступеня. Згоріли 74 людини і були поранені 49 осіб. Загинули голова Держкомісії маршал М.І. Неделін, заступники Головного конструктора ОКБ-586 Л.А. Берлін і В.А. Концевой, головні конструктори відділів, провідні фахівці ОКБ-586 і інших КБ. Так закінчилося прагнення рапортувати про успіхи до чергової річниці Жовтневої революції.

У лютому 1961 р. відбувся перший успішний пуск Р-16. Пробні пуски тривали цілий рік. Ще один рік, з липня 1962 р. проходив випробування шахтний варіант 8К64У. У травні 1963 р. на Бай-

конурі груповий пуск з 3-х шахт продемонстрували керівникам країн соціалістичної співдружності.

Всього було проведено 307 пусків, з них 91 % – успішно. Жодної аварії не сталося з вини неякісного зварювання або паяння. Співробітникам ІЕЗ ім. Є.О. Патона довелося працювати не тільки в Дніпропетровську, а й в Омську на заводі № 166, де розгорнули серійне виробництво ядерних ракет з потужністю заряду 1,6 Мт, дальністю стрільби 13000 км, точністю стрільби ± 10 км (рис. 6).

У успішне вирішення проблем виготовлення надійних ракетних комплексів першого покоління, внесли певний вклад співробітники Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона і багато фахівців багатьох інших організацій.

Література

1. Корнієнко О.М. М.К. Янгель біля витоків вітчизняного ракетобудування (штрихи до портрету). // Наука та наукознавство. – 2011. – № 4. – С. 19–34.
2. Колтачихіна О.Ю., Храмов Ю.О. Основні періоди та етапи розвитку ракетно-космічної техніки України (до 60-річчя КБ «Південне» ім. М.К. Янгеля). Ч. 1 // Наука та наукознавство. – 2014. – № 1. – С. 85–100.
3. Розвиток ракетно-космічної техніки в Україні: Підручник / Ф.П. Санін, Є.О. Джур, Л.Д. Кучма, В.В. Хуторний/. – Д.: АРТ-ПРЕСС, 2002. – 402 с.
4. «Секретний» підрозділ галузі: нариси з історії фізико-технічного інституту Дніпропетров. націонал. університету./Редкол.: М.В. Поляков і ін./– Д.: Вид. Дніпропетр. універ., 2001.- 376 с.
5. Корнієнко О.М. Внесок Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона в ракетобудування, у виробництво ракетних конструкцій з алюмінієвих сплавів. // Наука та наукознавство. – 2014. – № 2. – С. 104–116.
6. Agnew S.A., Anderson N.E., Felmley C.R. et al. Welding aluminum space launch vehicles. // Welding Journal. – 1964. – № 11. – P. 932–936.
7. Orbiter Cabin Extends Aluminium Welding Capacity. // Welding Des. – 1976. – № 4. – P. 71–73.
8. Літвінов О.П. Розробка вітчизняних технологій зварювання алюмінієвих сплавів для ракетно-космічних комплексів. Програма наукових читань «Дніпровська орбіта-2006». – Дніпропетровськ, 14–16 вересня 2006.
9. Літвінов О.П. Створення і впровадження провідних технологій ракетобудування під керівництвом Б.Є. Патона. // Питання історії науки і техніки. – 2008. – № 3. – С. 19–25.

●#2013

Наименование	Ед. изм.	Цена, грн.	Телефон	Предприятие
--------------	----------	------------	---------	-------------

I. СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

I.0100. Оборудование для дуговой сварки и родственных процессов

I.0110. Генераторы, агрегаты и преобразователи сварочные

Свар.агрег. DENYO DLW-300LS, одноп., диз.дв., вод. охл., 30-280А, 10,4кВА	шт.	договорная	(044) 383 18 12, (095) 899 18 22	Рентстор 000
Свар.агрег. DENYO DLW-400LSW, одноп., диз.дв., вод. охл., 60-380А, 15кВА	шт.	договорная	(044) 383 18 12, (095) 899 18 22	Рентстор 000
Свар.агрег. DENYO DCW-480ESW Evo III Limited Edition CC/CV, двухпост., диз.двиг., вод. охл., на одном посту 60-480А, на двух 30-280А, 15кВА	шт.	договорная	(044) 383 18 12, (095) 899 18 22	Рентстор 000

I.0120. Выпрямители сварочные

ВДМ-630, 1202, 1601, 2001	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
ВДГ, ВДУ-302, 401, 506, 630, 1202, 1601	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Инверторы для MMA/TIG сварки 160, 200, 315, 400 А	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Сварочное оборудование «FRONIUS», заряд. уст.-ва для любых типов аккумуляторов	шт.	от 600	(044) 277-2141, 277-2144	Фрониус-Украина 000
CUPEL-175 G, для MMA/TIG сварки 120, 160, 200, 250, 315 А, SW - 333 («Семонт»)	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
Инверторы ВДИ / 60-250 А (5 лет гарантии)	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

I.0121. Установки аргонодуговой сварки и напыления

Установки для аргонодуговой сварки Кетттри ОУ	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 000
ТТ-1600, МВ-2200 (в т.ч. сварка алюминия) универ. ап-т WIG/TIG	шт.	от 6 500	(044) 277-2141, 277-2144	Фрониус-Украина 000
TIG-200P AC/DC	шт.	21 000	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

I.0130. Трансформаторы сварочные

Трансформатор для сварки ТДФЖ-2001, ТДМ-250, 305, 403, 503	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
БСН-04-500Т (питание от источника сварочной дуги)	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
СТШ-250, СТШ-252, ТДМ-403	шт.	от 4 635	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

I.0140. Сварочные механизированные аппараты (полуавтоматы для дуговой сварки)

П/м А25-001 с ВДГ или ВДУ, ВУ встроен. в ИП, Ø 0,8-3,0 мм, плав. регул.	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Проф. инверт. комплекс для MIG/MAG сварки DIGITAL MIG 500	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Инверт. свар. комплексы HC 500D, HC350 для MIG/MAG, MMA, TIG сварки	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Инвер. п/а MIG 188P, Ø 0,6-1,2 мм	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Сварочн. механиз. аппараты (полуавтом. для дуговой сварки) Кетттри ОУ	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 000
ТР-1100, 1500 малогаб. моб. ап-ты двойн. действ., 4,2 кг, 220 В, 10-150 А	шт.	от 2700	(044) 277-2141, 277-2144	Фрониус-Украина 000
П/а промышл. «Варио Стар» (160-400 А) «FRONIUS»	шт.	от 4500	(044) 277-2141, 277-2144	Фрониус-Украина 000
Инверторные п/а, 160-350 А, горелки к п/а и расходные материалы	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
КП 006 с КИГ 401, ПДГ-215, 216	к/шт.	от 10 800	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
П/автомат FAN MIG 404 GP (Synergy) 400 А, сварка всех сталей и Al	шт.	27 000	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

I.0150. Автоматы для дуговой сварки

Свар. трактор HS-1000 с инверт. ИП для одно- и двухдуговой сварки	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Сварочные трактора ТС-18М, ТС-77А, А-1698, ТС-17	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Установка для приварки шипов (шпилек) УПШ-1202-2	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Аппараты для дуговой сварки Кетттри ОУ	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 000
Сварочные тракторы А1698, автоматы АД 231, АД 321	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

Наименование Ед. изм. Цена, грн. Телефон Предприятие



THERMACUT
THE CUTTING COMPANY

АПАРАТИ ПЛАЗМОВОГО РІЗАННЯ



EX-TRAFIRE®30H	230В/10-30А/10/8мм
EX-TRAFIRE®40SD	230-400В/10-40А/20/12мм
EX-TRAFIRE®45SD	230-400В/10-45А/25/12мм
EX-TRAFIRE®55SD	400В/55А/30/20мм
EX-TRAFIRE®75SD	400В/75А/35/25мм
EX-TRAFIRE®100SD	400В/100А/50/35мм

Плазмодрони FHT-EX розробки THERMACUT®

www.ex-trafire.com

ТОВ «Термакат Україна ГібХ» 06129,
Києво-Святошинської р-н, с.Петропавлівська
Борщагілка, вул.Петропавлівська, 24

м.Київ (050) 336-33-91; (050) 444-22-45

м. Львів (050) 382-46-68 м. Миколаїв: (050) 333-81-81 м. Харків: (050) 417-00-98

1.0160. Аппараты для воздушно-плазменной резки металлов и сплавов, запасные части

Плазмодрони ВПР-9, ВПР-15, ПВР-402, расход. материалы, комплект. (Binzel)	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ІЗС ім. Е.О.Патона
Київ-1 (толщ. реза до 8 мм), Київ-4 (толщ. реза до 80 мм)	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ІЗС ім. Е.О.Патона
CUT 70, CUT 100, CUT 120, CUT 160	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ІЗС ім. Е.О.Патона

1.0170. Сварочные роботы и системы автоматизации сварки

Сварочные роботы Fanuc	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 000
Системы автоматизации сварки Кеттмі ОУ	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 000

1.0180. Аппаратура управления к сварочному оборудованию

Пневмораспределитель	шт.	58,20	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ІЗС ім. Е.О.Патона
----------------------	-----	-------	--------------------------	------------------------------

1.0200. Машины контактной сварки и комплектующие

Машины стык. и точ. св. МТ 2202, МСО 606, МТ 1928, МТ 4224, МСС 1901, МТМ-289 (сварка сеток), точ. маш. - АІ (до 4 мм) МТВР-4801	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ІЗС ім. Е.О.Патона
КРАБ-01 (малогобарит, свар. клещи), маш. подвесная МТП 1110 (сварка сеток), маш. шовной сварки МШ 2201, МШ 3207	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ІЗС ім. Е.О.Патона
Ремонт и восстановление машин контактной сварки, купим машины контактные	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ІЗС ім. Е.О.Патона

1.0300. Машины, оборудование, комплектующие для газопламенной сварки, резки и металлизации

1.0310. Машины для термической резки металлов

Машины газорезательные - «Огонек», «Гугарк», «Орбита», «Радуга-М», «Смена-2М», «АСШ-70», «ДОНМЕТ», «ESAB», «MESSER Grissheim»	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ІЗС ім. Е.О.Патона
--	-----	------------	--------------------------	------------------------------

1.0320. Комплексы для электродуговой металлизации

1.0330. Горелки и резаки газокислородные

Горелки ацетиленовая Г2А, пропановая ГЗУ, Г2 МАФ (након. №2-4), ЗИПы	шт.	от 126	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ІЗС ім. Е.О.Патона
Комплекты газосварщика, кислор.-флюс. резки, клапана предохран., огнепреград., пост газосварщика (П)	шт.	от 360	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ІЗС ім. Е.О.Патона
Резаки машинные, пропановые, ацетилен. ручн. резки, МАФ-газ (до 100 мм), жидкотопл. (бензин, керосин, ДТ) до 300 мм, ЗИПы	шт.	от 168	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ІЗС ім. Е.О.Патона

1.0340. Генераторы ацетиленовые

Генераторы (Воронеж, Россия) АСП-10, АСП-15, АСП-14, (сухой и водяной затворы), зап. части к АСП	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ІЗС ім. Е.О.Патона
---	-----	------------	--------------------------	------------------------------

1.0350. Редукторы, вентили, смесители, затворы, клапаны

Редукторы, регуляторы, балл. в ассорт., вентиль ВК-94 (Россия) кислород, пропановый ВБ-2, ВБ-2-1 (Б) (Беларусь), подогрев. углекислотный	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ІЗС ім. Е.О.Патона
---	-----	------------	--------------------------	------------------------------

1.0360. Установки для газотермического напыления

1.0370. Карбид кальция

Карбид кальция (Словакия) по 100 кг, по 3, 5, 10 кг (пластик. ведра)	кг	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ІЗС ім. Е.О.Патона
--	----	------------	--------------------------	------------------------------

Наименование	Ед. изм.	Цена, грн.	Телефон	Предприятие
<ul style="list-style-type: none"> ➢ iROB – системні рішення для високо-продуктивного роботизованого зварювання; ➢ ABI-CAR – зварювальні трактори; ➢ xFUME VAC – технологія відведення зварювального диму для надійного захисту здоров'я; ➢ JÄCKLE ESS – обладнання для зварювання та повітряно плазмової різки; ➢ Блоки примусового охолодження (CR1000, CR 1250); ➢ Зварювальні пальники для напів-автоматичного, автоматичного та роботизованого зварювання ➢ (MIG/MAG - MB EVO Pro, RAB GRIP, ABIMIG® A/AT/WT LW / 80 - 750A, газове та рідинне охолодження); 	<p align="center">ПІІ ТОВ «Бінцель Україна ГмБХ»</p>  <p align="center"> центральний офіс: (044) 290 9089, 403 1399, 403 1499, 403 1599 e-mail: info@binzel.kiev.ua регіональні офіси: Миколаїв (050) 333 8161 Харків (050) 417 6068 Львів (050) 382 4668 </p> <p align="center">  www.binzel-abicor.com </p>		<ul style="list-style-type: none"> ➢ Зварювальні пальники для аргоно-дугового зварювання (WIG/TIG - ABITIG®, ABITIG® Grip_Grip Little / 110 - 500A, газове та рідинне охолодження); ➢ Електродотримачі для зварювання штучним електродом (MMA - DE 2200-2500 / 200-500A); ➢ Плазмотрони (ABIPLAS® CUT, ABICUT / 30 - 200A, повітряне та рідинне охолодження); ➢ Строгачі для строжки графітовим електродом (K10, K12, K16, K20 / 500 - 1500A); ➢ Весь спектр витратного матеріалу та інше приладдя зварювального посту 	

I.0380. Рукава и шланги

Рукав кислородный (Беларусь), ацетиленовый и кислород. цветной	м	от 6,30	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
--	---	---------	--------------------------	------------------------------

I.0390. Баллоны газовые

Баллоны: кислород, аргон, ацетилен, азот, углекислота и др. (40 л, 10л, 2 л), новые (пропан, кислород, аргон, сж. воздух, CO ₂) 50, 27, 12, 5 л	шт.	от 144	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
---	-----	--------	--------------------------	------------------------------

I.0400. Оборудование сварочное механическое и приспособления

I.0500. Комплектующие изделия к сварочному оборудованию

I.0510. Электрододержатели для ручной дуговой сварки

Электрододержатели, клеммы массы (Германия, Польша, Китай)	шт.	от 19,8	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
--	-----	---------	--------------------------	------------------------------

I.0520. Горелки сварочные для ручной, механизированной и автоматической сварки и комплектующие к ним

Горелки для MIG/MAG, WIG/TIG «FRONIUS»	шт.	от 400	(044) 277-2141, 277-2144	Фрониус-Украина ООО
Горелки для аргонодуговой, MIG/MAG, TIG сварки и комплект. к ним	шт.	от 870	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

I.0530. Реостаты балластные

Реостаты балластные	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит ООО
---------------------	-----	------------	--------------------------------	------------

I.0540. Инструменты

Маркеры «MARKAL B», «MARKAL M-10», «MARKAL M», «MARKAL K», «MARKAL H, HT», BALL PAINT, DURA BALL, Red Ritter / Silver Streak	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
Комплект сменных стержней для SILVER STREAK, RED RITTER, маркировка и разметка LUMBER CRAYON и TYRE MARQUE	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

I.0550. Электроинструменты

I.0560. Кабельно-проводниковая продукция

Кабель сварочный, силовой КГ, КОГ, наконечники каб. луженые 16, 25, 35, 50 мм ²	м/шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
--	-------	------------	--------------------------	------------------------------

I.0570 Прочие комплектующие

Контакты КМ-600ДВ, КМ-400ДВ, клеммы массы	шт	от 840	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
---	----	--------	--------------------------	------------------------------

I.0600. Оборудование для термической обработки

I.0700. Средства для защиты металла и оборудования

Спрей «Binzel», 400 мл, паста «Дюзификс», 300 г, для травл. нерж. стали. TSK-2000, 2 кг	емк./балл.	от 30,18	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
Защита: от налип. брызг, антикорр. «APK/MPC», 10 л, «Black Jack», 500 мл, «Autraviv'VA» обезжир. нерж. стали, 400 мл,	емк./балл.	от 27	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
«Antiperl EMU #1», «Antiperl 2000», 400 мл, канистра, 10 л, «Cromalux'VA», 400 мл	балл.	от 18	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

Наименование	Ед. изм.	Цена, грн.	Телефон	Предприятие
--------------	----------	------------	---------	-------------

II. СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

II.0100. Электроды покрытые металлические

II.0110. Для сварки углеродистых и легированных сталей

Сварочные электроды Boehler, HYUNDAI WELDING	кг	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 000
АНО-4 (346), МР-3 (346), АНО-21 (346), УОНИ-13/55 (350А), УОНИ 13/45 (342А), повыш. кач.	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
ЦЛ-39 (3-09Х1МФ), ЦУ-5 (3-50А), ТМЛ-3У (3-09Х1МФ), ТМЛ-1У (3-09Х1М), ТМУ-21У (350А)	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000

II.0120. Для сварки нержавеющей сталей

Сварочные электроды Boehler, HYUNDAI WELDING	кг	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 000
ОЗЛ-6, ЦЛ-11, ОЗЛ-8, ОЗЛ-17У, ЗИО-8, НИИ-48Г, НЖ-13	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
ЭА-395/9 (3-11Х15Н25М6АГ2), ЭА-400/10У (3-07Х19Н11М3Г2Ф)	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000

II.0130. Для сварки цветных металлов и сплавов

II.0140. Для сварки чугуна

МНЧ-2, ЦЧ-4	кг	от 102	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
-------------	----	--------	--------------------------	----------------------

II.0150. Для наплавки

Т-590, Т-620, ЭН-60М; ОЗН-6, ОЗН-300, ОЗН-400, НР-70, ЦН-6Л, ЦН-12М	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
---	----	------------	--------------------------	----------------------

II.0160. Для резки

АНР-2М, АНР-3 Ø 4; 5 мм	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
-------------------------	----	------------	--------------------------	----------------------

II.0200. Электроды неплавящиеся

Электроды вольфрамовые (Германия, Китай)	шт.	от 10,0	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
--	-----	---------	--------------------------	----------------------

II.0300. Проволока сварочная сплошная и прутки

II.0310. Для сварки углеродистых и легированных сталей

Сварочная проволока Boehler, HYUNDAI WELDING	кг	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 000
Проволока Св-08Г2С омед., в бухтах, на касс. 5,15 кг, Китай	кг	от 15,0	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
Проволока Св-08А	кг	9,30	(044) 200-8056, 200-8049	Экотехнология ДП 000

II.0320. Для сварки нержавеющей сталей

Сварочная проволока Boehler, HYUNDAI WELDING	кг	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 000
Св-07Х25Н13 Ø 1,2, 1,6, 3,0 мм, Св-08Х14Н8С3Б (ЭП-305)	кг	69-75	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
Ø 2,0 мм, Св-08Х20Н9ГТ Ø 1,6, 3,0, 4,0 мм	кг	69-75	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000

II.0330. Для сварки цветных металлов и сплавов

Проволоки д/сварки алюминия на кат., в бухтах, прутках, Ø 0,8-4,0 мм	кг	от 87	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
--	----	-------	--------------------------	----------------------

II.0340. Для сварки чугуна

ПАНЧ-11, МНЖКТ Ø 1,2-3,0 мм	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
-----------------------------	----	------------	--------------------------	----------------------



Сварочные электроды ET-02
с рутил-целлюлозным покрытием

Тел.: (044) 200 80 56, м. (050) 352 58 67, (050) 310 58 63
e-mail: sales@et.ua, www.welderbest.com.ua

- ✓ легкий поджиг
- ✓ устойчивое горение дуги
- ✓ легкий повторный поджиг
- ✓ сварка во всех пространственных положениях!!!
- ✓ идеальный шов
- ✓ легкое отделение шлака
- ✓ высокий коэффициент наплавки
- ✓ надежное сварное соединение!!!

ВАШ ЛУЧШИЙ ВЫБОР!

ФЛЮС СВАРОЧНЫЙ АН-348А

Оптом и в розницу
всегда на складе в Киеве –
от дистрибьютора (доставка заказчику),
фасовка мешок 50 кг, полипропилен.



ДП «Экотехнология»

тел. (044) 200-80-42

м. (050) 311-34-41

II.0400. Проволока порошковая

II.0410. Для сварки углеродистых и легированных сталей

Сварочная проволока Buehler, HYUNDAI WELDING	кг	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 000
ПП-АН1 Ø 2,8 мм, ППР - ЭК1 (для подводной сварки)	кг	договорная	(044) 200-8088, 200-8056	Экотехнология ДП 000

II.0420. Для наплавки

ПП-Нп-30ХГСА	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
--------------	----	------------	--------------------------	----------------------

II.0430. Для резки

ППР - ЭК4	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
-----------	----	------------	--------------------------	----------------------

II.0500. Флюсы плавные и керамические

II.0510. Для сварки углеродистых и легированных сталей

АН-47, АН-348А, АН-26	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
-----------------------	----	------------	--------------------------	----------------------

III. ПРОМЫШЛЕННЫЕ ГАЗЫ

III.0100. Инертные газы (аргон, гелий)

III.0200. Активные газы (кислород, углекислый газ, водород, азот)

Кислород, углекислота, азот	балл.	договорная	(044) 200-8056	Экотехнология ДП 000
-----------------------------	-------	------------	----------------	----------------------

III.0300. Газовые смеси

Аргон, азот, ацетилен, спец.свар. смеси	балл.	договорная	(044) 200-8056, 200-8051	Экотехнология ДП 000
---	-------	------------	--------------------------	----------------------

IV. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ СВАРЩИКОВ

IV.0100. Щитки маски и очки защитные, комплектующие

Маски сварщика в ассорт., АСФ маска («Speedglass»), щитки свар. и очки защитные в ассорт., шлем пескоструйщика «Кивер», дробеструйщика	шт.	от 18	(044) 200-8056, 200-8051	Экотехнология ДП 000
--	-----	-------	--------------------------	----------------------

IV.0200. Специальная одежда и обувь

Щитки защитные НБТ, костюм, перчатки, краги и рукавицы сварщика, обувь раб. в ассорт.	шт.	от 18	(044) 200-8056, 200-8051	Экотехнология ДП 000
---	-----	-------	--------------------------	----------------------

IV.0300. Средства индивидуальной защиты

Фильтры сменные, респираторные маски (с клапаном, без клапана) и полумаски	шт.	договорная	(044) 200-8056, 200-8051	Экотехнология ДП 000
--	-----	------------	--------------------------	----------------------

V. ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИБОРЫ, МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ

V.0100. Приборы и материалы неразрушающего контроля

Термоиндикаторные карандаши на 50-1200 °С «LA-CO» (США)	шт.	договорная	(044) 200-8056	Экотехнология ДП 000
Любые приборы контроля и диагностики под заказ	шт.	договорная	(044) 248-7336, 200-8056	Экотехнология ДП 000

VI. УСЛУГИ

VI.0100. Услуги

Разработка и внедрение технологии ремонта сваркой и наплавкой деталей, узлов и металлоконструкций из стали и чугуна	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8056	Экотехнология ДП 000
---	-----	------------	--------------------------	----------------------

**Алфавитный указатель
компаний-участников журнала «Сварщик»**

Bohler Welding by Voestalpine GmbH, Интерхим-БТВ ООО	.....т. +38 0 44 527 98 52, ф. 527 98 62, www.interchim-btw.com.ua; www.voestalpine.com
Амити ООО	.....т. (0 512) 23 01 08, ф. 58 12 08
Белгазпромдиагностика УП	.....т./ф. +375 (17) 205 08 68, 316 02 00, info@diag.by, welder@tut.by
Бинцель Украина ГмбХ ПИИ ООО	.....т./ф. (0 44) 290 90 89, 403 13 99, 403 14 99, 403 15 99
Велдотерм-Украина ООО	.....т./ф. (0 3472) 60 330, weldotherm@ukr.net
Джейстик Украина ООО	.....т. (0 44) 200 16 55, м. (067) 486 96 37, sales@jasic.ua, www.jasic.ua
Запорожстеклофлюс ЧАО	.....т./ф. (0 61) 239 70 61, 239 70 70, 239 70 77
Линде Газ Украина ЧАО	.....т./ф. (0 562) 35 12 25, 35 12 28 (0 56) 790 03 33, (0 800) 30 51 51
МВЦ ООО	.....т. (0 44) 201 11 65, 201 11 56, 201 11 58
Промавтосварка НТЦ ЧП	.....т./ф. (0 629) 37 97 31, (0 44) 222 90 26, м. (067) 627 41 51
Рентстор ООО	.....т. (0 44) 383 18 12, м. (095) 899 18 22
Севид ЧПКП	.....т.м. (067) 550 11 87, 551 92 05, 657 71 37
Сумы-Электрод ООО	.....т. (0 542) 22 54 37, ф. 22 54 38, 22 13 42, frunze@i.ua, www.frunze.com.ua
Термакат Украина Гмбх ООО	.....т./ф. (0 44) 403 16 99, 290 90 89, м. (050) 336 33 91, info@thermacut.ua
Техвагонмаш НПФ ООО	.....Тел.: (0536) 70-17-23, 76-49-96, ф.: 77-34-87 market@tvagonm.com.ua, www.tvagonm.com.ua
Технопарк ИЭС им. Е.О. Патона ООО	.....т. (0 44) 287 27 16, 200 80 42
Фрониус Украина ООО	.....т. (0 44) 277 21 41, 277 21 40, 277 21 44
ЭСАБ Украина ООО	.....т. (0 44) 568 53 68, ф. 583 55 67 м. (050) 388 56 91, info@esab.com.ua
Экотехнология ДП ООО	.....т./ф. (0 44) 200 80 56 (многокан.), 287 26 17, 287 27 16, 200 80 42, 248 73 36

**Подписка-2021 на журнал «Сварщик»
подписной индекс 22405. Подписку на журнал
можно оформить у региональных представителей:**

Город	Название подписного агентства	Телефон
Днепр	ООО «Меркурий»	(056) 778-52-86
	ООО «Бизнес Пресса»	(044) 248-74-60
Киев	ООО «Периодика»	(044) 449-05-50
	ООО «Пресс-Центр»	(044) 252-94-77
Львов	«Фактор»	(0322) 41-83-91
Николаев	ООО «Ной Хау»	(0512) 47-20-03
Харьков	ДП «Фактор-Пресса»	(0572) 26-43-33
	«Форт» Издательство	(0572) 14-09-08



ТЕХНИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА

Название книги Цена (грн.)*

В. М. Литвинов, Ю. Н. Лысенко: Кислородная резка и внепечной нагрев в тяжелом машиностроении. 2017. - 368 с.....	120
А. Н. Корниенко. История сварки. Под ред. акад. Б.Е. Патона. 2004 г. — 210 с.	120
В. И. Лакомский, М. А. Фридман: Плазменно-дуговая сварка Углеродных материалов с металлами. 2004. - 196 с.....	70
А. А. Кайдалов: Электронно-лучевая сварка и смежные технологии. Издание 2-е, перераб. и дополн. 2004. - 260 с.....	90
О. С. Осика та ін.: Англо-український та українсько-англійський словник зварювальної термінології. 2005. - 256 с.....	90
В. М. Корж: Газотермічна обробка матеріалів: Навчальний посібник. 2005. - 196 с.....	90
В. Я. Кононенко: Газовая сварка и резка. 2005. - 208 с.....	90
С. Н. Жизняков, З. А. Сидлин: Ручная дуговая сварка. Материалы. Оборудование. Технология. 2006. - 368 с.....	120
А. Я. Ищенко и др.: Алюминий и его сплавы в современных сварных конструкциях. 2006. - 112 с.....	90
П. М. Корольков: Термическая обработка сварных соединений. 3-е изд., перераб. и доп. 2006. - 176 с.....	90
А. Е. Анохов, П. М. Корольков: Сварка и термическая обработка в энергетике. 2006. - 320 с.....	100
Г. И. Лащенко: Способы дуговой сварки стали плавящимся электродом. 2006. - 384 с.....	100
А. А. Кайдалов: Современные технологии термической и дистанционной резки конструкционных материалов. 2007. - 456 с.	100
П. В. Гладкий, Е. Ф. Переплетчиков, И. А. Рябцев: Плазменная наплавка. 2007. - 292 с.....	100
А. Г. Потапьевский**. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах. 2007. - 192 с.....	70
Г. И. Лащенко, Ю. В. Демченко: Энергосберегающие технологии послесварочной обработки металлоконструкций. 2008. - 168 с.....	90
Б. Е. Патон, И. И. Заруба и др.: Сварочные источники питания импульсной стабилизацией горения дуги. 2008. - 248 с.....	90
З. А. Сидлин: Производство электродов для ручной угловой сварки. 2009. - 464 с.....	120
В. Н. Радзиевский, Г. Г. Ткаченко: Высокотемпературная вакуумная пайка в компрессоростроении. 2009. - 400 с.....	100
В. Н. Корж, Ю. С. Попиль: Обработка металлов водородно-кислородным пламенем. 2010 - 194 с.....	90
Г. И. Лащенко**: Современные технологии сварочного производства. 2012. - 720 с.....	80

* Цены на книги указаны без учета стоимости доставки
** Продается только в электронной версии.
Электронные версии книг стоят дешевле.

**Подписка-2021
на журнал «Сварщик»
в каталоге «Укрпочта»
Подписной индекс
22405**

Сервисная карточка читателя

Без заполненного
формуляра
недействительна

Для получения дополнительной информации о продукции/услугах, упомянутых в этом номере журнала:

- обведите в Сервисной карточке индекс, соответствующий интересующей Вас продукции/услуге (отмечен на страницах журнала после символа «#»);
- заполните Формуляр читателя;
- укажите свой почтовый адрес;
- отправьте Сервисную карточку с Формуляром по адресу: **03150, Киев-150, а/я 337, «Сварщик».**

1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038

Ф. И. О. _____

Должность _____

Тел. (_____) _____

Предприятие _____

Подробный почтовый адрес: _____

« _____ » _____ 2021 г.

подпись

Формуляр читателя

Ф. И. О. _____

Должность _____

Тел. (_____) _____

Предприятие _____

Виды деятельности предприятия _____

Выпускаемая продукция / оказываемые услуги _____

Руководитель предприятия (Ф. И. О.) _____

Тел. _____ Факс _____

Отдел маркетинга / рекламы (Ф. И. О.) _____

Тел. _____ Факс _____

Отдел сбыта / снабжения (Ф. И. О.) _____

Тел. _____ Факс _____

Тарифы на рекламу в 2021 г.

На внутренних страницах		
Площадь	Размер, мм	Грн.*
1 полоса	210×295	5500
1/2 полосы	180×125	3000
1/4 полосы	88×125	1500
На страницах основной обложки		
Страница	Размер, мм	Грн.*
1 (первая)	215×175	15000
8 (последняя)	210×295 (после обрезки 205×285)	10000
2		8000
7		7000
На страницах внутренней обложки		
Стр. (площадь)	Размер, мм	Грн.*
3	210×295	7000
4		6500
6 (1 полоса)	210×295	6000
5 (1 полоса)		5500
6 (1/2 полосы)	180×125	3000
5 (1/2 полосы)		3000
Визитка или микромодульная реклама		
Площадь	Размер, мм	Грн.*
1/16	90×26	600

* (все цены в грн. с НДС):

Рекламно-техническая статья: 1 полоса (стр.) — 2700 грн.

Блочная ч-б реклама и строчные позиции на страницах рекламного-информационного приложения «Все для сварки. Торговый ряд»

Часть площади стр.	Размер, мм (гор. или верт.)	Цена, грн. с НДС
1/2	180×125	1000
1/3	180×80 или 88×160	900
1/4	180×60 или 88×120	700
1/6	180×40 или 88×80	600
1/8	180×30 или 88×60	500
1/16	180×15 или 88×30	300

Строчные ч-б позиции

Кол-во позиций	Обычные позиции, грн.	Выделенные позиции, грн.
10	500	1000
15	750	1500
20	1000	2000

Прогрессивная система скидок

Количество подач	2	3	4	5	6
● Скидка	5%	10%	13%	17%	20%

Требования к оригинал-макетам

Для макетов «под обрез»: формат издания после обрезки 205×285 мм; до обрезки 210×295 мм; внутренние поля для текста и изображений – 15 мм.

Файлы принимаются в форматах: PDF, AI, INDD, TIF, JPG, PNG, WMF PSD, EPS, CDR с прилинкованными изображениями и шрифтами. Изображения должны быть качественными, не менее 300 dpi, цветовая модель CMYK, текст в кривых, если нет шрифтов.

Подача материалов в очередной номер — до 21-го числа нечетного месяца (например, в № 2 — до 21.03)

Зам. гл. ред., рук. ред., **В.Г. Абрамишвили**, к.ф.-м.н.:
тел./ф.: (044) **200-80-14**, м. (050) **413-98-86**, (095) **146-06-91**
e-mail: welder.kiev@gmail.com

www.welder.stc-paton.com

Заполняется печатными буквами