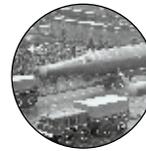
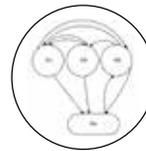


СОДЕРЖАНИЕ

Новости техники и технологий	4
Оценка свариваемости при ремонтной сварке Оценка свариваемости изделий базовых деталей, подвергаемых ремонтной сварке. Опыт Уралмашзавода. <i>В.И. Панов</i>	6
Технологии ремонта Ремонт корпуса бойка ковочного пресса усилием 5000 тс. Часть 2. Применение электрошлаковой сварки в ремонтных работах. <i>В.М. Литвинов, А.Е. Мерзляков, С.Н. Косинов, А.А. Задорожный, А.В. Щербак</i>	10
Автоматизация при ремонтной сварке Компьютерное информационное пространство при сварке. Опыт Уралмашзавода. <i>В.И. Панов</i>	13
Оборудование для производства Газокислородный резак РКВД для выплавки дефектов на поковках в процессе их изготовления. <i>В.М. Литвинов, Ю.Н. Лысенко</i>	14
Инновации в промышленности и сварочном производстве О необходимости активизации инноваций в промышленности и сварочном производстве. Часть 2. Сварочное производство. <i>Г.И. Лащенко</i>	18
Подготовка кадров	24
Новости компаний и ВУЗ-ов	26
Выставки	28
Мемуары о Б.Е. Патоне Р. Рюльман, Б.Е. Патон и яйцо Колумба – за приоритет Н.Н. Бенардоса. <i>А.Н. Корниенко</i>	30
Вклад ИЭС им. Е.О. Патона в научно-технический прогресс. Памяти Б.Е. Патона Сварка и родственные технологии – боевому ракетостроению. Часть 5. Второе поколение МБР - рождение в условиях внешней и внутренней конкурентной борьбы. <i>Л.М. Лобанов, А.Н. Корниенко</i>	35



News of engineering and technology 4**Assessment of weldability during repair welding**

- Assessment of the weldability of products of basic parts subjected to repair welding. Experience of Uralmashzavod. *V.I. Panov* 6

Repair technology

- Repair of the body of the striker of a forging press with a force of 5000 tf. Part 2. Application of electro-slag welding in repair work. *V.M. Litvinov, A.E. Merzlyakov, S.N. Kosinov, A.A. Zadorozhny, A.V. Shcherbak* 10

Automation for repair welding

- Computer information space for welding. Experience of Uralmashzavod. *V.I. Panov* 13

Equipment for the production

- Oxy-fuel cutter RKVD for melting of defects on forgings during their manufacture. *V.M. Litvinov, Yu.N. Lysenko* 14

Innovation in industry and welding production

- On the need to intensify innovations in industry and welding production. Part 2. Welding production. *G.I. Laschenko* 18

Personnel training 24**News from companies and universities** 26**Exhibitions** 28**Memoirs about B.E. Paton**

- R. Rylman, B.E. Paton and the Columbus egg – for the priority of N.N. Benardos. *A.N. Kornienko* 30

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 5. The second generation of ICBM-s - the birth in the conditions of external and internal competition. *L.M. Lobanov, A.N. Kornienko* 35

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-24185 от 25.04.2006, выдано Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия

Издатель ООО «Центр трансфера технологий Института электросварки им. Е. О. Патона», ООО «Специальные сварочные технологии»

Тел. моб. +7 903 795 18 49

E-mail ctt94@mail.ru

Главный редактор В. Д. Позняков

Зам. главного редактора В. Г. Абрамишвили

Редактор В. Г. Абрамишвили

Верстка и дизайн В. Г. Абрамишвили

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 в России» обязательна.

Подписано в печать 14.07.2021. Формат 60×84 1/8.

Печать офсетная. Бумага офсетная. Гарнитура PetersburgC. Отпечатано в ЗАО «ТДДС-Столица-8».

Заказ № 4804 от 13.07.2021. Тираж 1000 экз.

Издание выходит при содействии производственно-технического журнала «Сварщик»

Учредители Институт электросварки им. Е. О. Патона НАНУ, ООО «Технопарк ИЭС им. Е. О. Патона»

Издатель НТК «ИЭС им. Е. О. Патона» НАНУ

Главный редактор В. Д. Позняков

Зам. главного редактора В. Г. Абрамишвили

Редакционная коллегия В. А. Белинский, Ю. К. Бондаренко, А. В. Вавилов, Ю. В. 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. Пустовойт, И. А. Рязцев, А. А. Сливинский

Адрес редакции 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>

Подписка-2021

Подписной индекс **20994**
в каталоге «Пресса России»

Подписной индекс **E20994**
в каталоге Агентства «Книга-Сервис»

Подписной индекс **KO103**
в каталоге российской прессы
«Почта России» — персональная подписка

Оценка свариваемости изделий базовых деталей, подвергаемых ремонтной сварке. Опыт Уралмашзавода.

В.И. Панов

Оценка свариваемости материалов – сложный показатель условий образования горячих (ГТ) и холодных трещин (ХТ), она является серьезной технологической задачей обеспечения прочности сварных конструкций при их изготовлении и эксплуатации. Большое значение имеют знания, опыт и личные качества лица (склонность к риску и др.), принимающего то или иное технологическое решение при выполнении сварочных ремонтных работ, которые требуют учета влияния этих сложных явлений.

Ремонт корпуса бойка ковочного прессы усилием 5000 тс. Часть 2. Применение электрошлаковой сварки в ремонтных работах.

В.М. Литвинов, А.Е. Мерзляков, С.Н. Косинов, А.А. Задорожный, А.В. Щербак

Во второй части статьи представлен технологический процесс электрошлаковой сварки (ЭШС) корпуса бойка ковочного прессы усилием 5000 тс. На НКМЗ при эксплуатации прессового оборудования периодически выходит из строя и другие детали: «кузнечный боек», захват «ласточкин хвост» корпуса, «поперечина» с приваренной П-образным швом вставкой, и «бок» с глухим пазом, работающие при больших знакопеременных нагрузках. Сначала возникают сквозные трещины, затем деталь разрывает на две части. Разработана и внедрена технология ремонта этих деталей с помощью кислородной резки металлов больших толщин и ЭШС. Представлены фотографии наиболее характерных моментов ремонта.

Газокислородный резак РКВД для выплавки дефектов на поковках в процессе их изготовления.

В.М. Литвинов, Ю.Н. Лысенко

Разработан мощный резак РКВД для выплавки дефектов на поковках в процессе их изготовления. Резак используют при частом включении и выключении режущего кислорода, он имеет для этих целей рычажный клапан без фиксации его положения. Приведены технические характеристики резака, описаны его устройство и работа, представлены чертежи основных узлов и деталей, имеющих расчетные каналы. На конкретных примерах показана работа резака.

О необходимости активизации инноваций в промышленности и сварочном производстве. Часть 2. Сварочное производство.

Г.И. Лащенко

Рассмотрены перспективы развития национального сварочного производства. Обоснована целесообразность ориентации отечественного сварочного производства в среднесрочной перспективе на преимущественную поставку продукции на зарубежные рынки. Это потребует создания новых инновационных продуктов и повышения их качества за счет широкого внедрения на предприятиях системы менеджмента качества, роботизации, автоматизации и обновления основных фондов. Перспективными направлениями инноваций автор считает разработку новых технологий на основе комбинирования источников нагрева (сварочная дуга, лазер, плазма, электронный луч, химические источники энергии) и защитных сред, в т.ч. вакуума. Подчеркнута необходимость активизации разработки аддитивных 3D технологий на основе использования сварки и родственных процессов.



На Дальнем Востоке заложен самый мощный атомный ледокол «Лидер»

Атомный ледокол проекта 10510 «Лидер» заложили на верфи на Дальнем Востоке. Об этом заявил вице-премьер России Юрий Борисов в ходе встречи с российским президентом Владимиром Путиным. Строительство самого мощного атомного ледокола в мире ведется с использованием высокопрочных сталей, разработанных ЦНИИ КМ «Прометей».

«Лидер» является крупнейшим проектом внедрения новых сталей с индексом Arcs, разработанных специалистами ЦНИИ КМ «Прометей», из которых будет выполнен корпус ледокола. Уникальная технология производства стали, не имеющей аналогов в мире, была разработана на производственных площадках нашего института. В рамках разработки унифицированных составов созданы высокопроизводительные промышленные технологии изготовления экономнолегированных Arcs-сталей с гарантированным пределом текучести от 355 до 750 МПа. Стали создаются с использованием современных методов получения сверхмелкодисперсной структуры, на базе прецизионных режимов термомеханической и термической обработки. Основу нового сплава составляют никель и молибден, но в меньшем, чем обычно, количестве. Они отличаются гарантированными показателями сопротивляемости к разрушению при температуре – 60 °С и ниже, что является необходимым условием безопасной эксплуатации на Северном мор-



ском пути. Новый сверхмощный ледокол будет защищен ледовым поясом из плакированной стали, благодаря которому судно сможет пробивать лед толщиной не менее 4-х метров. Уникальные арктические материалы, высокопроизводительные технологии сварки, а также высокопрочные стали для реакторной установки РИТМ-400, разработанные специалистами ЦНИИ КМ «Прометей», призваны решить одну из главных задач атомохода проекта 10510 «Лидер», а именно обеспечить круглогодичную навигацию Северного морского пути и проведение экспедиций в Арктику. Это еще один шаг к достижению целей Федерального проекта «Северный морской путь». В соответствии с планом строительство ледокола должно завершиться в 2027 г. По проекту 10510 планируется построить еще три атомных ледокола, последний из которых будет сдан до конца 2033 г.

www.crisp-prometey.ru

●#1349

ЦНИИТМАШ продемонстрировал свои разработки на Международном военно-техническом форуме «Армия-2021»

Специалисты АО «НПО «ЦНИИТМАШ» с 22 по 28 августа 2021 г. приняли участие в Международном военно-техническом форуме «Армия-2021» на площадке КВЦ Военно-патриотического парка культуры и отдыха Вооружённых сил РФ «Патриот» (г.Кубинка, Московская обл.). Частью экспозиции Госкорпорации «Росатом» в главном выставочном павильоне стал действующий 3D-принтер серии MeltMaster^{3D} разработки ЦНИИТМАШ.

Установка MeltMaster3D-160, одна из первых, изготовленных в ЦНИИТМАШ, предназначена для мелкосерийного производства сложнопрофильных изделий из порошковых материалов методом послойного наращивания селективным лазерным плавлением. Гостям Форума были продемонстрированы возможности отечественного программного обеспечения для управления оборудованием, оснащенный как мультилазерной оптической системой сплавления, так и однолазерной.

Участие ЦНИИТМАШ в Форуме прокомментировал гендиректор Виктор Орлов: «Аддитивные технологии – это вид технологических инноваций, находящийся в настоящее время в стадии актив-

ного внедрения в различные отрасли экономики и здесь ЦНИИТМАШ, имея значительный опыт реализации передовых проектов, не остался в стороне. Нарботки в области нанесения покрытий стали базой для развития направления аддитивных технологий и позволили создать первый отечественный принтер для печати металлическими порошками и разработать базовые технологии печати. В настоящее время результатом работы команды специалистов нашего института стало появление целого модельного ряда 3D-принтеров серии MeltMaster3D для печати металлических изделий методом селективного лазерного плавления и программного обеспечения для них, а также разработка и внедрение оборудования для производства порошков».



www.cniitmash.com

●#1350

ИЛИСТ СПбГМТУ успешно сертифицировал технологии лазерной сварки

Сотрудники Института лазерных и сварочных технологий (ИЛИСТ) СПбГМТУ осуществили комплекс предпроектных работ по сварке изделий из сталей аустенитного структурного класса. В рамках предпроектных работ сотрудники Института лазерных и сварочных технологий (ИЛИСТ) СПбГМТУ успешно:

- сертифицировали технологии лазерной сварки стали марки 316L толщиной 1,5 и 10 мм и технологию лазерной сварки с присадочной проволокой в соответствии с требованием стандарта ISO 15614-11 «Specification and qualification of welding procedures for metallic materials. Welding procedure test. Part 11. Electron and laser beam welding»;
- прошли аттестационные испытания операторов лазерной сварки на соответствие требованиям стандартов BS EN ISO 14732 «Welding personnel. Qualification testing of welding operators and weld setters for mechanized and automatic welding of metallic materials».

Также в рамках проведенных работ отработаны технологии лазерной сварки образцов из стали марки 316L

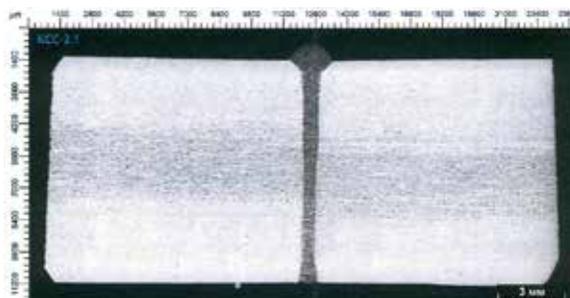


Рис. 1. Поперечный макрошлиф сварного соединения образцов толщиной 10 мм



Рис. 2. Внешний вид сварного соединения образцов толщиной 10 мм

по замкнутой траектории. Сварные соединения удовлетворяют требованиям стандарта ISO 13919-1 (уровень качества B) «Welding. Electron and laser-beam welded joints. Guidance on quality levels for imperfections. Part 1. Steel».

● #1351

ESAB локализует производство рутиловой проволоки Filarc

На заводе ЭСАБ-СВЭЛ в Санкт-Петербурге было локализовано производство рутиловой порошковой проволоки Filarc PZ6113, зарекомендовавшей себя как одну из самых популярных типов порошковых проволок.

Filarc PZ6113 с низким содержанием водорода для ручной и механизированной сварки во всех пространственных положениях эффективно показывает себя даже при сварке вертикально на спуск. Проволока предоставляет возможность работы в тяжёлых условиях без высокого требования к навыкам и квалификации сварщика.

Одним из ключевых преимуществ данной марки при сварке в различных пространственных положениях является увеличение производительности сварки на 30% в сравнении со сваркой проволокой сплошного сечения и на 50% в сравнении с ручной дуговой сваркой штучным электродом.

Проволока работает как в защитном газе С1 (CO₂), так и в стандартной смеси М21 (Ar+CO₂), и даже на небольших токах работает в струйном переносе без брызг. Filarc PZ6113 обеспечивает хорошее проплавление и плавный переход между сварным швом и основным материалом, а также легкое отделение шлаковой корки, которое практически не требует дополнительной зачистки. Кроме этого, её можно использовать с обыкновенными тиристорными сварочными источниками.

Проволока будет доступна в диаметрах 1,2 и 1,6 мм и представлена в вариантах упаковки: 5 кг на



пластиковой катушке в стандартной или вакуумной упаковке и 16 кг на металлическом каркасе в стандартной упаковке.

Filarc PZ6113 широко применяется в таких отраслях как судостроение, сварка металлоконструкций, тяжелое машиностроение и производство резервуаров.

«Проволока Filarc PZ6113 является одной из самых популярных порошковых проволок компании ESAB в мире и в России... Запуск Filarc на территории нашего завода в Санкт-Петербурге позволит промышленным компаниям иметь в «шаговой доступности» высококачественный продукт, успешно зарекомендовавший себя за более чем 30-летнюю историю. В то же время, предлагая качественную продукцию, произведенную на территории России, мы способствуем развитию сварочной отрасли», – комментирует Дмитрий Куракса, управляющий директор ESAB в России и СНГ.

● #1352

Оценка свариваемости изделий базовых деталей, подвергаемых ремонтной сварке. Опыт Уралмашзавода

В.И. Панов, УрФУ им. Б.Н. Ельцина (Екатеринбург)

Оценка свариваемости материалов – сложный показатель условий образования горячих (ГТ) и холодных трещин (ХТ), она является серьезной технологической задачей обеспечения прочности сварных конструкций при их изготовлении и эксплуатации. Большое значение имеют знания, опыт и личные качества лица (склонность к риску и др.), принимающего то или иное технологическое решение при выполнении сварочных ремонтных работ, которое требует учета влияния этих сложных явлений.

Работы, проведенные в ОГС НИИТЯЖМАШ-а Уралмашзавода отличаются своим подходом к изучению и регулированию физических процессов в металле при их ремонтной сварке в зависимости от режимов сварки. Использовались различные методы исследований, среди них быстродействующий dilatометр системы ИЭС имени Е.О. Патона, установки МВТУ, ИМЕТ–1, ИМЕТ–4 [1], установка для изучения эффекта акустической эмиссии (ЦНИИТЯЖМАШ) и др. Рассматриваемый комплекс работ отличается систематичностью, разнообразием методических средств, широтой и глубиной анализа. Эти работы во многом способствовали созданию нового направления в теории сварочных процессов, разработка которого требует учета влияния сложных явлений [2].

Определение понятия свариваемости дано в различных документах, учебниках, согласно которым «свариваемость – свойство металлов или сочетания металлов образовывать при установленной технологии сварки соединения, отвечающее требованиям, обусловленным конструкцией и эксплуатацией изделия». Исходя из приведенного определения свариваемость зависит от материала, конструктивного фактора, технологии сварки, и пр. Горячие (ГТ) и холодные (ХТ) трещины в металле сварных соединений, как правило, не допускаются.

Расчеты показывают, что практически все стали подвержены ГТ [3]. Дефект в виде ГТ снижает надежность сварных соединений.

Холодные трещины (ХТ) объединяют категорию трещин в сварных соединениях [4, 5], формальными признаками которых являются визуально наблюдаемые трещины после охлаждения соединения. Для них характерен блестящий кристаллический излом трещин без следов высокотемпе-

ратурного окисления. ХТ представляют собой локальные хрупкие разрушения материала сварного соединения, возникающие под действием собственных сварочных напряжений. Размеры ХТ измеримы с размерами зон сварного соединения. Локальность разрушения объясняется частичным снятием напряжений при образовании трещин, а также ограниченностью зон сварного соединения, в которых возможно развитие трещин.

Понятие эквивалент означает нечто равноценное или соответствующее в каком-либо отношении чему-либо и т.д. Оно используется в различных разделах науки («электрохимический эквивалент», «эквивалент вещества», «тротиловый эквивалент», «механический эквивалент тепла», «тепловой эквивалент работы» и др.). Этот термин происходит от латинского *aequivalensu*, что означает «равнозначный», «равноценный», «равносильный» или соответствующее в каком-либо отношении чему-либо, заменяющее его или служащее его выражением. Понятие «эквивалент углерода» [carbon equivalent, CE] нашел широкое применение для оценки конструктивной, технологической и эксплуатационной прочности сварных соединений низко-, средне-, высокоуглеродистых сталей и пр.

Впервые математическая модель эквивалента углерода появилась в 1940 г. С тех пор модель эквивалента углерода стала предметом пристального изучения ученых разных стран. По нашим данным в настоящее время известны более 50-ти расчетных моделей.

Этот показатель свариваемости отнесен к массовой доле углерода (именно этот элемент оказывает самое сильное влияние на свариваемость), суммы массовых долей легирующих элементов. В общем виде в формуле расчета химического эквивалента углерода $C_{\text{экв}}$ (в англоязычной транскрипции CE) предполагает наличие массовых долей легирующих химических элементов (Mn, Si, Cr, Ni, Mo, V, Cu и т.д.). Влияние каждого легирующего элемента (кроме углерода, который всегда берется равным марочному содержанию [6, 7]) учитывается делирующими коэффициентами k_{Mn} , k_{Si} и т.д., которые увеличивают устойчивость аустенита и соответственно понижают температуру начала мартенситного (бездиффузионного) превращения стали.

Особую лепту вносят микролегирование стали молибденом, ванадием и другими элементами. В случае применения микролегированных сталей их химический состав учитывается массовыми долями как $V^* = (V + Nb + Ti)$.

Известны 3 типа построения модели химического эквивалента электрода [7-21 и др.]:

- производится оценка влияния каждого элемента;
- производится оценка влияния группы элементов;
- смешанный тип, сочетающий два первых типа.

Оценку свариваемости сталей производят согласно шкале свариваемости. К хорошо свариваемым относятся стали, у которых $C_{экв}$ менее 0,3 %. К удовлетворительно свариваемым сталям относятся сварочные материалы, у которых $C_{экв} = 0,4$ %; к ограниченно свариваемым относятся стали с $C_{экв} = 0,6 - 0,75$ %; и к плохо свариваемым сталям относятся – с $C_{экв} > 0,7$ %.

Особенно важен этот показатель при ремонтной сварке или при восстановлении работоспособности литых и кованных базовых деталей тяжело нагруженного оборудования, выполненных в т. ч. и из марок сталей, не рекомендуемых для изготовления сварных конструкций [22].

Рассмотрим влияние наиболее важных химических элементов на свариваемость сталей.

Углерод (С). Его содержание выше 0,3 – 0,4 % вызывает образование закалочных структур, этот элемент увеличивает склонность к образованию трещин.

При обычном содержании марганца (0,3-0,4%) улучшается свариваемость, но в среднелегированных сталях (1,5–15%) этот элемент способствует образованию закалочных структур, увеличивает склонность к образованию трещин.

Кремний (Si). Содержание кремния до 0,3% не ухудшает свариваемость. Содержание этого элемента в пределах 0,8 - 1,5 % ухудшает свариваемость из-за образования тугоплавких окислов.

Велика роль хрома (Cr). Увеличение содержания этого элемента может снизить свариваемость из-за образования тугоплавких окислов, повышения твердости, выпадения карбидов, снижения коррозионной стойкости.

Никель (Ni) оказывает самое благоприятное влияние на свариваемость, т.к. этот элемент увеличивает пластичность металла шва, уменьшает размер зерна в зоне термического влияния и т.д.

Титан (Ti), ниобий (Nb) связывают углерод и препятствуют образованию карбидов, повышают коррозионную стойкость.

Ухудшают свариваемость фосфор (P), сера (S), даже при низком содержании серы увеличивает склонность к образованию ХТ. Уралмашевцам крайне удачной кажется модель, приведенная в [10], поскольку в формулу химического эквивалента углерода вводится влияние фосфора.

При определении допустимого содержания ле-

гирующих примесей следует обращаться к справочникам [23, 24 и др.].

Что касается водорода, то, по нашему мнению, его содержание надо ограничивать при любой марке стали, независимо от группы свариваемости.

Выполненный анализ математических моделей углерода показывает, что оценка химических элементов в математических моделях эквивалента углерода делается по-разному. Совпадают оценки моделей углерода. Система легирования С + Mn носит неоднозначный характер. Поэтому рекомендуется для сталей с содержанием С менее 0,1% учет марганца производить с коэффициентами k_{Mn} от 10 до 20. Для сталей с более высоким содержанием углерода – рекомендуемый коэффициент $k_{Mn} = 4 - 6$.

Кремний не принимается во внимание, либо его влияние незначительно. Коэффициент k_{Si} колеблется в интервалах от 24 до 30. Минимальное значение коэффициента k_{Cr} равно 3-5, максимальное его значение равно 23, интервал 9 – 20 занимает промежуточное значение. Диапазон k_N принят равным от 40 до 60. Некоторые исследователи оценивают участие кремния коэффициентом $k_{Si} = 15$.

В ответственных конструкциях применяются термически упрочненные низкоуглеродистые низколегированные высокопрочные стали мартенситно-бейнитного и мартенситного класса [25], характеризующиеся мелким зерном. В этом случае температура начала распада аустенита на участке перегрева зоны термического влияния будет ниже, чем для случая крупного зерна (горячекатаное состояние) и кинетика фазовых и структурных превращений будет несколько отличаться от среднеуглеродистых низколегированных сталей. При малых скоростях охлаждения зоны термического влияния термически упрочненные стали склонны к разупрочнению на участках перегрева (выделение полигонального феррита) и высокого отпуска (падение твердости и ударной вязкости). Поэтому широко известная модель Ито-Бессю включает в себя, помимо химического эквивалента углерода, влияние толщины свариваемого соединения, его жесткость и содержание водорода.

Во многих учебниках по сварке как единственная приводится формула Международного института сварки (МИС или в английской транскрипции ИВ) 1X - 535 – 67 (хотя известно более 50 формул этого показателя).

Такой известный специалист в области свариваемости металлов, как И. Гривняк [26] рекомендует применять формулу МИС для сталей с содержанием углерода (С) более 0,18%. Как показали расчеты этого показателя по другим формулам, выполненные студентами УрФУ, проходящими практику на Уралмашзаводе, разница в значениях этого показателя может составлять от 0,2 до 0,4. По нашему убеждению, формула МИС не может быть использована для оценки свариваемости сталей большой

толщины. Среди прочих причин следует отметить следующие:

- эта формула не учитывает влияния P и S , а также толщины свариваемого изделия;
- настоящая формула не учитывает в полной мере тепловых, физических и химических воздействий на свариваемый металл.
- образование ХТ в хорошо свариваемых сталях (концевые трещины и др.) возможны при сварке изделий большой толщины.

Математические модели расчета химического эквивалента углерода практически не связаны с диаграммами переохлажденного аустенита [28], характерные для условий непрерывного охлаждения, т.к. мартенситное превращение не доходит до конца. Поэтому в зависимости от класса стали надо учитывать количество остаточного аустенита, который может оказать влияние на свариваемость, и содержание которого может быть различным (см. работы В.Д. Садовского и др.).

Нельзя не учитывать, что при многопроходной сварке происходит процесс термоциклирования металла околошовной зоны, что вызывает самоотпуск закалочных структур зоны термического влияния. Металл корня одностороннего многопроходного шва под влиянием угловой деформации в интервале температур синеломкости подвергается старению.

Ни в одной формуле не учитываются неоднородность аустенита, степень его гомогенизации, форма разделки, расстояние между валиками, различные дефекты и т. д. При сварке плавлением превращения в основном металле протекают в сложной и непрерывно меняющейся обстановке, которая существенно отличается от термообработки.

Известная классификация свариваемости (хорошая, удовлетворительная, ограниченная, плохая) не учитывает многие моменты, необходимые для ремонтной сварки. В МВТУ (Э.Л. Макаров) признают только 3 группы свариваемости [16]. Пластическая деформация в зоне термического влияния является решающим фактором в нарушении когерентности решетки. Энергия сдвига в различных участках поликристалла различна. Сегрегация Cr и W по границам зерен возможна при длительной выдержке при температуре свыше $1400\text{ }^{\circ}\text{C}$, больших значениях погонных энергий при сварке и др. Эти и другие факторы могут привести к тому, что стали, относящиеся к группе хорошо свариваемых, могут потрескаться.

Опыт Уралмашзавода по изготовлению конструкций различного назначения и степени их ответственности показывает, что к выбору расчетной формулы химического углерода следует подходить дифференцированно в зависимости от назначения конструкции и системы легирования основного металла. Он показывает следующее: дефекты в металле свариваемого изделия, как правило, удаляют

термической резкой (газопламенной или воздушно-дуговой), но при этом происходит науглероживание кромок (по нашим данным до $1,2\text{ мм}$ на глубину до $0,3\text{ мм}$). Поэтому при оценке химического эквивалента по углероду надо брать его верхнее марочное содержание.

Учитывая вышеперечисленные и другие недостатки, каждое ведомство (например, железная дорога Японии, ИЭС им. Е.О. Патона и др.) имеет свою формулу эквивалентного углерода.

Однако оценка свариваемости только по химическому эквиваленту углерода имеет свои границы. Каждая из известных формул расчета химического эквивалента углерода приемлема лишь для определенной группы сталей, конкретных конструкций, степени их ответственности и т.д. Метод оценки свариваемости по эквиваленту углерода $C_{\text{экв}}$ является ориентировочным.

Конструкционная, технологическая и эксплуатационная прочности сварных соединений могут определяться исходной термической обработкой основного металла, влияющей на величину зерна аустенита, и другими факторами.

Для предотвращения мартенситного превращения в низколегированных сталях (очень часто для предупреждения образования ХТ и эвакуации водорода) необходим предварительный подогрев. Наиболее комплексный расчет температуры предварительного подогрева представлен в [14]. Величина температуры предварительного подогрева связана с температурой начала мартенситного превращения переохлажденного аустенита. По мнению В.Н. Земзина температура подогрева металла сварных соединений должна быть не ниже $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ от температуры мартенситного превращения, величина температуры которого либо берется из справочников термиста [27], либо считается по формуле [28].

Хотя в отечественной (в т. ч. и уралмашевской) и зарубежной литературе есть спорные моменты, касающиеся вопроса – с какой толщины металл свариваемого соединения при хорошей свариваемости надо греть, считаем, что подогревать перед ремонтной сваркой надо металл любой толщины независимо от класса свариваемости.

Особенностью сварки низкоуглеродистых низколегированных термически упроченных сталей является то, что имеются ограничения по величине погонной энергии и температуре предварительного подогрева (не выше $200\text{ }^{\circ}\text{C}$). Их превышение вызывает разупрочнение стали, поэтому технологии сварки сталей бейнитного и бейнитно-мартенситного класса с содержанием $C < 0,15\%$ типа 14X2ГМФР, 14ХМНФР, 12Х2МФА и им подобные, легированных бором и алюминием [25], отличается от технологии сварки низкоуглеродистых низколегированных сталей. Температура подогрева этих низкоуглеродистых сталей, согласно методике

Ито-Бессю, определяется по формуле:

$$T = 1440 P \omega - 392, ^\circ\text{C} \quad (1)$$

где $P \omega$ – показатель трещинообразования, формула которого включает в себя параметр P_{CM} – фактически химический эквивалент углерода, H – содержание диффузионно – подвижного водорода (статистические данные показывают, что эта величина не должна превышать $4 \text{ см}^3 / 100 \text{ г}$ металла, определенная глицериновой пробой); K – характеризует интенсивность степени жесткости сварного соединения. Принято считать, что при $P \omega < 0,286$ металл сварного соединения не склонен к образованию ХТ.

В случае сварки металла большой толщины в методике Ито - Бессю есть такая формула:

$$K = k\delta, \quad (2)$$

где k – коэффициент пропорциональности = 685 (определен на основе статистической обработки данных по испытанию пробы Теккен); δ – толщина металла.

Температура для предварительного подогрева среднеуглеродистых низколегированных сталей определяется по методике Д. Сефериана [28].

Литература

1. Шоршоров М.Х. Металловедение сварки стали и сплавов титана. - М.: Наука, 1965. - 336 с.
2. Кириллов Е.А., Панов В.И., Сумрин С.Г. Свариваемость сталей, применяемых в тяжелом машиностроении. // Сварочное производство. – 1989. – № 3. – С. 16-19.
3. Сварка и свариваемые материалы: в 3-х т. Т.1. Свариваемость материалов. / Справ. изд. Под ред. Э.Л. Макарова / - М.: Металлургия, 1991. - 528 с.
4. Макара А.М. Исследование природы холодных околошовных трещин при сварке закаливающих сталей. // Автомат. сварка. – 1960. – № 2. – С. 9-33.
5. Макаров Э.Л. Холодные трещины при сварке. - М.: Машиностроение, 1981. - 248 с.
6. ГОСТ 525 - 2005 «Прокат сортовой и фасонный из стали углеродистой обыкновенного качества. Общие технические условия».
7. ГОСТ 19281 - 2014 «Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия».
8. ГОСТ 2604 – 84. «Сварка металлов. Термины и определения основных понятий».
9. ГОСТ 5521- 93 «Прокат стальной для судостроения».
10. ГОСТ 27772 – 88 «Прокат для строительных стальных конструкций».
11. ГОСТ 5520 – 79 «Прокат листовой из углеродистой, низколегированной и легированной стали для котлов и сосудов, работающих под давлением».
12. EN 10028 – 1 – 2000 «Прокат стальной плоский для работы под давлением».
13. EN 10028 - 2. Часть 2. «Нелегированные и легированные стали с точно установленными свойствами при повышенных температурах».
14. EN 1011 – 2. «Рекомендации по сварке металлургических материалов. Дуговая сварка ферритных (углеродистых и низколегированных) сталей».
15. Гривняк И. Свариваемость сталей. / пер. со словац. Л.С. Гончаренко. Под ред. Э.Л. Макарова / - М.: Машиностроение, 1984. - 216 с.
16. Макаров Э.Л., Якушин Б.Ф. Теория свариваемости сталей и сплавов. / под ред. Э.Л. Макарова / - М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. - 467 с.
17. Ющенко К.А., Дерломенко В.В. Анализ современных представлений о свариваемости. // Автоматическая сварка. – 2005. – № 1. – С. 9-13.
18. Литвинов А.П., Дерломенко В.В. Свариваемость и работоспособность сварных соединений. // Автоматическая сварка. – 2010. – № 9. – С. 50-56.
19. Ефименко Л.А., Прыгаев А.К., Елагина О.Ю. Металловедение и термическая обработка сварных соединений. /Учебное пособие/ – М.: Логос, 2007. - 456 с.
20. Ефименко Л.А., Елагина О.Ю., Вышемирский Е.М. Особенности подхода к оценке свариваемости низкоуглеродистых высокопрочных трубных сталей. // «Сварочное производство». - 2010. - № 6. - С. 5-11.
21. Макаров Э.Л., Якушин Б.Ф. Технологическая прочность металлов при сварке. / Сварка в машиностроении. Т. 3. Под ред. В.А. Винокурова/ – М.: Машиностроение, 1979. – С. 393-435.
22. Ющенко К.А., Дерломенко В.В. Анализ современных представлений о свариваемости. // Автоматическая сварка. – 2005. – № 1 – С. 9-13
23. Сорокин В.Г., Волосникова А.В., Вяткин С.А. и др. Справочник сталей и сплавов / под ред. Сорокина В.Г./ - М.: Машиностроение, 1989. - 640 с.
24. Справочник сталей и сплавов /под ред. А.С. Зубченко/ - М.: Машиностроение, 2001. - 672 с.
25. Касаткин Б.С., Мусяиченко В.Ф. Низколегированные стали высокой прочности для сварных конструкций. – Киев: Техника, 1970. - 188 с.
26. Гривняк И. Свариваемость современных высокопрочных сталей. Сварка и родственные технологии в XXI веке. – Киев, 1998. - С. 41-55.
27. Попов А.А., Попова Л.Е. Изотермические и термокинетические диаграммы распада переохлажденного аустенита. Справочник термиста. – М.: Машиностроение, 1965. - 496 с.
28. Сефериан Д. Металлургия сварки /Пер. с французского/ - М.: Машгиз, 1963. - 347 с.
29. Электронный ресурс: www.metallovedeniye.ru/svarka/uglerodnyj-ekvivalent-i-svarivaemost-stalej.html; www.neftegazpto.ru/kalkulyatory/uglerod

●#1353

Ремонт корпуса бойка ковочного пресса усилием 5000 тс.

Часть 2. Применение электрошлаковой сварки в ремонтных работах

В.М. Литвинов, ООО «НИИПТмаш - Опытный завод», **А.Е. Мерзляков**, **С.Н. Косинов**, **А.А. Задорожный**, **А.В. Щербак**, ЧАО «НКМЗ» (Краматорск)

В первой части статьи авторами предложено технологическое решение по подготовке к ремонтной электрошлаковой сварке поверхностей, пораженных сквозной усталостной трещиной, при помощи газокислородной резки. Трещина на «Корпусе бойка» была разделана двумя параллельными резами с помощью полуавтоматической газокислородной резки с использованием резака РГКМ-500.

Существовало два варианта – разделить трещину механической обработкой или газокислородной резкой, либо сварить части разрушившейся детали по стыку, образованному самой трещиной. Второй вариант допустим в тех случаях, если излом не имеет резких перегибов, а отклонение плоскостей свариваемых кромок от вертикали в любом месте стыка не превышает $15-20^\circ$ [1]. Сквозная трещина «Корпуса бойка» была практически перпендикулярна продольной оси, а относительно вертикальной плоскости располагалась под углом $\sim 9^\circ$, не имела отколов и ответвлений, однако имелось несколько локальных областей с достаточно значительным изменением рельефа поверхности излома глубиной/высотой до 100 мм. Поверхность заготовки под ЭШС не должна содержать местных впадин и отколов глубиной более 12-18 мм или выступов высотой более 12-18 мм [1]. Поэтому был выбран вариант спрямления трещины газокислородной резкой путем ее разделки двумя параллельными резами. Максимальная величина зазора под сварку с точки зрения получения качественного соединения не должна превышать 50-60 мм [1]. В случае, когда величина снятого со свариваемых поверхностей слоя металла превышает эти значения, для сохранения первоначальных размеров изделия может понадобиться вварка соответствующей проставки или наплавка слоя требуемого металла на свариваемую поверхность. Кроме того, чтобы плотно установить изношенный вкладыш в раствор корпуса, по просьбе цеха, где эксплуатируется данная оснастка, расстояние между упорами решено было уменьшить на 20 мм от чертежного. С учетом этих факторов выбрана траектория резов и интервал между ними – 50 мм. С учетом ширины реза расстояние между

кромками получилось 60 мм. При такой разделке кромок можно обойтись без вварки проставки, т.е. достаточно одного электрошлакового шва. После удаления шлака и зачистки поверхности реза, на заготовках выявлены три раковины глубиной до 40 мм. После зачистки раковин и их исправления дуговой сваркой, заготовки признаны пригодными к дальнейшим технологическим операциям.

Поскольку корпус бойка в плоскости сварки имеет «Т»-образное сечение, его выравняли до прямоугольного путем приварки технологических боковин толщиной 120 мм и получали свариваемое сечение размером 500 x 1400 мм. Заготовки под сварку собирали с клиновидным зазором: внизу – 46 мм, сверху – 48 мм с целью получения после усадки электрошлакового шва шириной ~ 40 мм. После фиксации сборочного зазора приваркой сборочных планок, корпус выставили в ямный стенд установки ЭШС больших толщин таким образом, чтобы ось разделки была параллельна оси аппаратов. Завели в зазор плавящиеся мундштуки (в количестве 3 шт.) и закрепили их в струбцинах аппаратов АШ-110. После подготовительных работ (центровка мундштуков в зазоре, заправка сварочной проволоки в трубки плавящихся мундштуков и др.) и предварительного подогрева кармана, начинали электрошлаковый процесс с «жидкого старта», во время сварки осуществляли мониторинг основных параметров режима сварки, по ходу сварки контролировали и поддерживали требуемую глубину шлаковой ванны. Надежность осуществления сварочного процесса обеспечивалась системой дублирования подачи сварочных проволок. Сварочный шов формировали переставными медными водоохлаждаемыми накладками.

Для сварки «Корпуса бойка» (материал – сталь 30Л) использовались проволока Св08Г2С диаметром 3 мм и флюс АН-8, материал пластин плавящихся мундштуков – сталь 10ХСНД. В зону сварки подавалось 12 проволок (6 основных и 6 дублирующих) с общей скоростью 150 м/час. Напряжение $U_{св} = 46-48$ В, скорость сварки $V_{св} = 480-500$ мм/час, сварочный ток $I_{св} = 2400-4000$ А, глубина шлаковой ванны $h_s = 45-50$ мм.

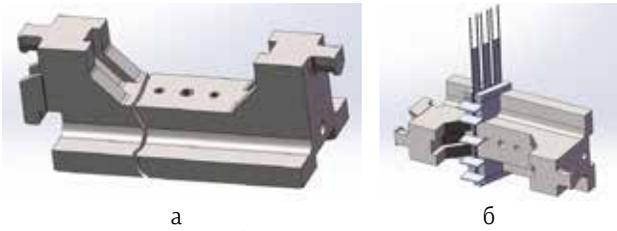


Рис. 1. Ремонт корпуса бойка к прессу усилием 5000 тс с простой трещиной, расположенной в одной плоскости: а – схема развития трещины в корпусе бойка; б – схема электрошлаковой сварки корпуса бойка при его ремонте

Схема развития трещины в корпусе бойка показана на рис. 1, а, схема электрошлаковой сварки корпуса бойка при его ремонте представлена на рис. 1, б.

После сварки деталь проходила термическую обработку. Газокислородной резкой удаляли боковое выравнивание, начальные и выводные планки. После механической обработки мест сварки, восстановленный «Корпус бойка» успешно эксплуатируется в кузнечнопрессовом цехе предприятия.

Примером технологии ремонта деталей, разрушенных трещиной со сложной траекторией, с множеством ответвлений и отколов, служит восстановление аналогичного «Корпуса бойка» прессы усилием 5 000 тс. После окончательной выборки механической обработкой сквозной трещины сложной конфигурации и удаления по обе стороны трещины слоя металла получился зазор шириной 200 мм. Для компенсации удаленного металла и сохранения геометрических размеров две половины корпуса сваривались между собой двумя швами через вварку проставки размером 480 x 1470 мм, вырезанной из проката стали Ст3 толщиной 140 мм (рис. 2, а – корпус бойка, собранный с центральной вставкой под электрошлаковую сварку, на рис. 2, б – представлено положение детали при ЭШС).

В целом на НКМЗ, для восстановления работоспособности различного ковочного инструмен-

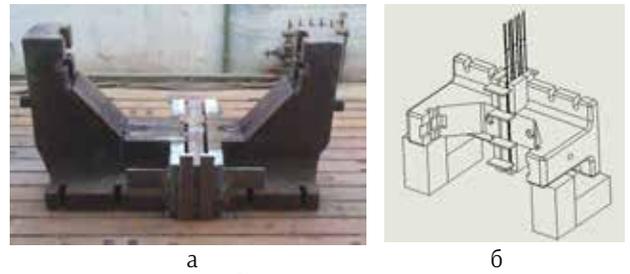


Рис. 2. Ремонт корпуса бойка к прессу усилием 5000 тс со сложной, разветвленной трещиной: а – корпус бойка, после разделки трещины механической обработкой, собранный с центральной вставкой под ЭШС, б – положение детали при ЭШС

та, широко применяется электрошлаковая сварка. Кроме вышеописанной ремонтной технологии рассмотрим, например, внедренную технологию ремонта кузнечных бойков путем сварки двух изношенных заготовок. Когда впадина на рабочей поверхности бойка (материал – сталь 5ХНМ), образованная в результате сжимающих усилий при ковке горячего металла, достигала 50 мм, ее сострагивали. При этом исходная высота бойка 1150 мм (для бойков прессы усилием 10 000 тс) постепенно уменьшалась до предельно допустимой величины 700 мм, после чего остаток бойка списывался. Для увеличения эффективности было предложено изношенные заготовки бойка сваривать для получения заготовки необходимого размера. Свариваемое сечение при этом составляет 1060 x 3000 мм.

Ремонт кузнечных бойков путем сварки двух изношенных заготовок показан на рис. 3, а – боек, собранный под ЭШС с установленными в разделку пластинами плавящегося мундштука, и рис. 3, б – боек после ЭШС и высокотемпературной термической обработки.

Кроме того, на НКМЗ освоена технология ремонтной электрошлаковой сварки пространственными «Г»- и «П»-образными швами. Так, например, при



а



б

Рис. 3. Ремонт кузнечных бойков путем сварки двух изношенных заготовок: а – боек, собранный под ЭШС с установленными в разделку пластинами плавящегося мундштука; б – боек после ЭШС и высокотемпературной термической обработки

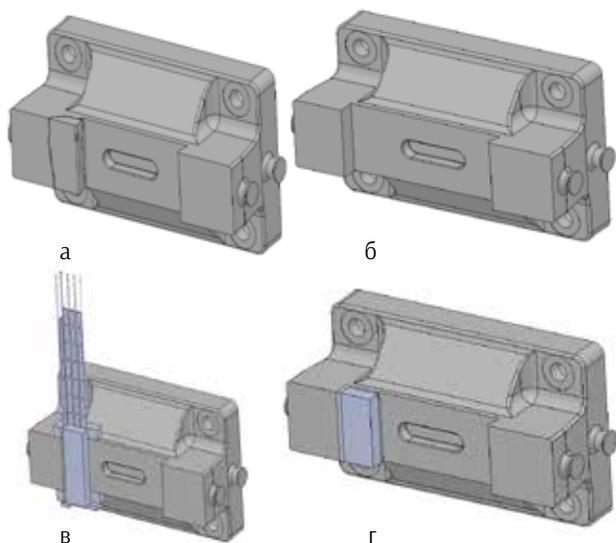


Рис. 4. Ремонт захвата «ласточкин хвост» детали «Корпус», разрушенного трещиной: а – корпус с отколотой частью рабочей поверхности, б – выборка механической обработки пораженного трещиной участка, в – сборка под ЭШС заготовки со вставкой, г – после ЭШС и отрезки технологических планок

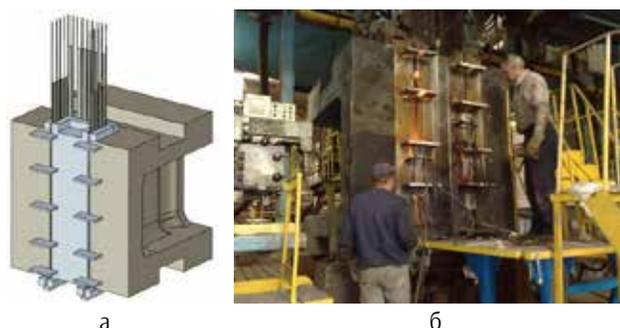


Рис. 5. Ремонтная ЭШС «Поперечины»: а – собранная «Поперечина» со вставкой; б – процесс ЭШС «Поперечины» помощи данной технологии восстановлена работоспособность «Корпуса», захват «ласточкин хвост» которого был разрушен трещиной. Последовательность технологических операций указана на рис. 4.

Пораженную трещиной поверхность захвата разделявали до образования сквозного паза с прямолинейными стенками и с последующей установкой в него со сварочным зазором вставки 120x275x840 мм из стали 20 с поперечным сечением, подобным форме сечения паза и ее приваркой «Г»-образным швом.

В некоторых случаях необходимо, чтобы на место удаленной дефектной части металла должна быть вварена вставка электрошлаковым швом «П»-образной формы. Опасность такой технологии состоит в том, что приварка к жестким кромкам массивной заготовки вставки одновременно по трем плоскостям может сопровождаться образованием трещин, как в околошовной зоне, так и в металле шва.

Однако, разработанная техника и технология ЭШС плавящимся мундштуком пространственной формы, и режим последующей объемной высокотемпературной обработки сваренной детали позво-



Рис. 6. Ремонт электрошлаковой сваркой выбранного механической обработкой глухого паза, полученного при удалении трещины в теле «Бойка»: а – боек с выбранной трещиной, б – трещина на рабочей поверхности бойка

лили успешно использовать данную технологию для ремонта нескольких деталей.

Для примера, на рис. 5 представлен процесс ремонтной ЭШС «Поперечины». Ввариваемая вставка имела размеры – 420 x 680 x 2590 мм.

Представляет также интерес технология ремонта электрошлаковой сваркой выбранного механической обработкой глухого паза. Технология использована для ремонта «Бойка» (материал – сталь 30Л) (рис. 6).

Трещина поразила насквозь рабочую поверхность бойка, но не распространилась до опорной поверхности. После разделки трещины образовался глухой паз шириной 40 мм и глубиной 460 мм (рис. 6, а и б). Для недопущения замыкания трубки крайнего мундштука на изделие, на мундштук крепились специальные керамические изоляторы. После заварки глухого паза деталь незамедлительно передавалась на высокотемпературный отпуск.

На ЧАО «НКМЗ» разработан целый ряд технологий ремонта крупнотоннажных ответственных деталей с помощью процессов электрошлаковой сварки и кислородной резки металлов большой толщины, которые успешно используются и в настоящее время.

Литература

1. Сущук-Слюсаренко И.И., Лычко И.И., Козулин М.Г., Семенов В.М. Электрошлаковая сварка и наплавка в ремонтных работах. / АН УССР. Ин-т электросварки / – Киев: Наукова Думка, 1989. – 192 с.
2. Сущук-Слюсаренко И.И., Лычко И.И. Техника выполнения электрошлаковой сварки. - Киев: Наукова думка, 1974. - 90 с.
3. Волошин А.И., Шаповалов К.П., Белинский В.А. и др. Способ изготовления крупногабаритных ковано-литых заготовок электрошлаковой сваркой. // Автомат. сварка. – 2012. – № 8. – С. 48-49.

●#1354

Компьютерное информационное пространство при сварке. Опыт Уралмашзавода

В.И. Панов, УрФУ им. Б.Н. Ельцина (Екатеринбург)

Согласно международным стандартам современная теория управления предприятием строится на компьютеризации производства.

Термин «компьютерное интегрированное производство» (аббревиатура CIM, что означает Computer integrated manufacturing) появилось в начале 1990-х годов XX столетия. Такое производство обеспечивается комплектом компьютерных систем автоматического проектирования (САПР), что создает автоматизацию проектирования и производства конструкций на всех этапах их жизненного цикла (ЖЦК), в состав которого входят: маркетинг; поиски рынков; анализ состояния рынков; выработка рекомендаций по выпуску продукции; разработка технического задания и согласование его с заказчиком; разработка конструкторской документации; выполнение технических расчетов; разработка технологической документации; изготовление деталей и сборка узлов на предприятии или у заказчика (монтаж); проведение технологического обслуживания изделия (машины); утилизация изделия. При ремонтной сварке сложных конструкций тяжело нагруженного оборудования поиск информации включает в себя информацию о предметной постановке задачи, а также перечень критериев отбора; текстологический поиск, групповой поиск (может выполняться «мозговой штурм» и пр.). При этом используются наблюдения за поведением металла свариваемой конструкции, могут использоваться институтские (университетские) лекции и разные учебники, производятся также анализ литературы и различных документов.

Находят применение и САД-системы (Computer-Aided Design) – системы автоматизированного проектирования (САПР), которые, по мере развития САД-технологий, прошли путь от простой чертежной доски до систем двухмерного (2D), а затем и трехмерного (3D) проектирования. Эта система была использована при разработке технологии ремонтной сварки архитрава мощного пресса для одного металлургического предприятия Свердловской области.

САМ-системы (Computer-Aided Manufacturing) – то есть системы технологической подготовки производства использовались для устранения дефектов в буровых насосах.

Среди этих систем наиболее наукоемкой системой считается САЕ (Computer-Aided Engineering) – система автоматизации инженерных расчетов.

Перечисленные программные системы предназначены для эффективного решения сложных нестационарных нелинейных пространственных задач сварки

вообще, и ремонтной сварки в частности. Для их решения могут применяться разнообразные варианты метода конечных элементов (МКЭ) и другие.

Технология ремонтной сварки крупногабаритных изделий представляется тем разделом теории сварочных процессов [1, 2], изучающей действующие процессы при изготовлении сварных конструкций, машин и оборудования. Закономерности теории сварочных процессов при ремонтной сварке могут использоваться в производстве новых деталей и машин, а также деталей машин, разрушенных в процессе эксплуатации на основе применения компьютерной техники и с использованием компьютерных систем автоматизированного проектирования, создавая, тем самым, компьютерное интегрированное пространство. Конечной целью такого подхода является формирование специалиста сварочного производства за счет интеграции информационных процессов конструкторско-технологического обеспечения, компьютерного интегрированного проектирования и производства с применением современных компьютерных систем [3].

Информация о сварной конструкции создается конструктором и технологом, и попадает в компьютерный архив. Данные вводятся один раз, далее автоматически осуществляется их передача в одном направлении – из PDM в ERP. Отсутствие повторного ввода исключает разночтения и снижает риск появления в системе неточных сведений. Главным преимуществом сквозных технологий является прозрачность информации: все документы хранятся в единой электронной базе данных; здесь же информация о составе изделия и другие необходимые сведения.

Таким образом, широкое применение компьютеров и информации о сварной конструкции является одним из направлений повышения эффективности производства.

Литература

1. Коновалов А.В. и др. Теория сварочных процессов: учебн. для вузов. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. - 707 с.
2. Сварка. Резка. Контроль. Справочник в 2-х т. / под ред. Н.П. Алешина, Г.Г. Чернышева / - М.: Машиностроение, 2004.
3. Компьютерное проектирование и подготовка производства сварных конструкций: учебн. пос. / под ред. С.А. Куркина и В.М. Ховова / - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. - 464 с.

● #1355

Газокислородный резак РКВД для выплавки дефектов на поковках в процессе их изготовления

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

В процессековки заготовок на их поверхности периодически появляются дефекты литья: трещины, расслоения, раковины, неметаллические включения и др., которые необходимо сразу удалить, иначе они будут закованы в тело заготовки и могут попасть в конечную деталь. Для этой цели у каждого пресса имеется рабочее место для выплавки дефектов, состоящее из защитного экрана и газокислородного резака длиной не менее 3-х метров.

Использовавшиеся ранее резаки изготавливались кустарным образом самими пользователями из имеющихся в наличии серийных резаков и доступных материалов. Они обладали существенными недостатками: низкая жесткость конструкции, малый срок службы и малая производительность.

Газокислородный резак специального назначения РКВД, разработанный с соблюдением всех правил безопасности, служит дольше и имеет высокую производительность.

У старых резаков узел смешивания горючего газа с подогревающим кислородом находится непосредственно за вентильным блоком и горючая смесь в взрывоопасных пределах перемещается в трубке длиной около 3-х метров, занимая значительный объем. В случае обратного удара пламени разрушительное действие взрывной волны также значительно. Две трубки для подачи режущего кислорода и горючей смеси, имея длину около 3-х метров, не могут обеспечить необходимую жесткость конструкции резака.

Резак РКВД имеет длину 3 200 мм, но узел смешивания горючего газа и подогревающего кислорода расположен на расстоянии 1 400 мм от головки резака и горючая смесь находится в объеме, в два раза меньшем, чем у резака старой конструкции. При обратном ударе пламени взрывная волна гораздо слабее, чем у старого резака и имеет вдвое меньшую разрушительную силу. Между узлом смешивания и вентильным блоком на расстоянии 1 600 мм предусмотрены три газоподводящие трубки, расположенные по углам треугольника. Диаметр трубки для подвода режущего кислорода увеличен до 14 мм. Такое техническое решение повышает жесткость конструкции в несколько раз.

Выплавка дефектов на поковках характеризуется частым включением режущего кислорода и крат-

ковременным его действием. Для пуска и прекращения подачи режущего кислорода выбран рычажный клапан без фиксации положения его рукоятки. Плавность нарастания давления режущего кислорода обеспечивается с помощью кулисного механизма, замыкающего силовой контур и убирающего изгибающие моменты, действующие на шток клапана.

В инжекторе резака предусмотрены три рабочих отверстия, расположенных по вершинам равностороннего треугольника, который вписан в рабочее отверстие смесительной камеры. Три отверстия малого диаметра являются более эффективной преградой для взрывной волны при обратном ударе пламени, чем одно отверстие большого диаметра. Три струи инжектирующего подогревающего кислорода имеют больший суммарный периметр поперечного сечения, чем периметр одной равновеликой по расходу струи, следовательно, они создают большее разряжение в газовом канале резака.

В головке резака использовано новое техническое решение. Оно заключается в том, что режущая струя кислорода разбита на две части: основную, расположенную в центре, и шесть вспомогательных, равномерно расположенных на окружности, концентричной основной струе. Все эти струи формируются отверстиями, исходящими из одного общего коллектора, и управляются одним общим для всех вентилем. Выходные отверстия для горючей смеси расположены попарно между выходными отверстиями для вспомогательных режущих струй снаружи и внутри окружности, на которой они расположены.

Мощность факела подогревающено пламени увеличена вдвое. Мощное пламя быстро и легко расплавляет окалину на поверхности поковки и она не мешает процессу выплавки дефектов. Основная и дополнительные режущие струи обеспечивают реакцию горения металла на большей поверхности, увеличивая производительность выплавки. Более слабые периферийные струи режущего кислорода по отношению к основной центральной струе обеспечивают плавные переходы от выплавленной поверхности к здоровому металлу, что важно для получения качественной поковки.

Технические характеристики резака РКВД представлены в *табл. 1*.

Таблица 1. Технические характеристики резака РКВД

Показатель		Величина
Давление на входе, МПа	кислорода	0,6 – 1,0
	природного газа	0,06 – 0,1
Расход, м³/час	кислорода	180 – 220
	природного газа	5,5 – 7,5
Резьба на штуцерах	кислорода	M16 x1,5
	природного газа	M16 x1,5LH

Газокислородный резак РКВД для выплавки дефектов в процессековки заготовок состоит из четырех основных узлов: наконечника 1, ствола 2, удлинителя 3 и нипельного соединения 4. Конструкция и работа каждого узла подробно рассмотрены на его чертеже (рис. 1).

Наконечник резака РКВД (рис. 2) состоит из головки в сборе 1, к которой сбоку припаяны трубка для подвода режущего кислорода 3 со штуцером 4 и накидной гайкой 5 для подключения наконечника к удлинителю, и трубка для подвода горючей смеси со смесительной камерой 6 и накидной гайкой 5 для крепления наконечника к удлинителю.

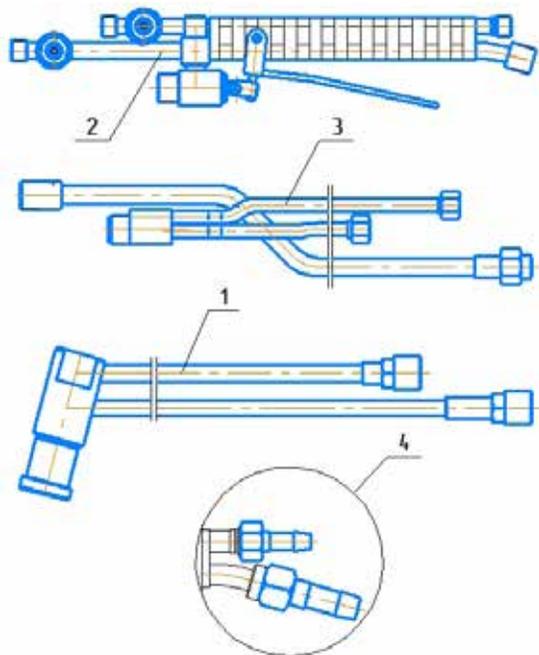


Рис. 1. Газокислородный резак РКВД

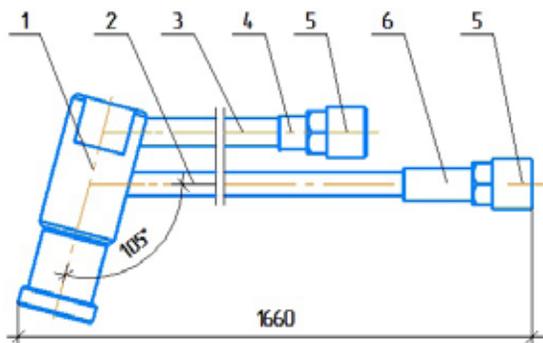


Рис. 2. Наконечник резака РКВД

Головка резака в сборе (рис. 3) состоит из головки 1, в которую концентрично ее продольной оси вкручены мундштуки внутренний 2 и наружный 3. Мундштуки 2 и 3 являются сменными деталями.

Образовавшаяся в смесительной камере 6 горючая смесь поступает по трубке 2 в кольцевую камеру головки 1 (рис. 3). Затем горючая смесь равномерно перераспределившись в кольцевой камере поступает в шлицевые каналы между внутренним 2 и наружным 3 мундштуками, и далее в зону горения, образуя факел подогревающего пламени (рис. 3).

Режущий кислород через штуцер 4 и подводящую трубку 3 поступает в центральную камеру головки 1 (рис. 2). Из этой камеры режущий кислород поступает в центральное и периферийные отверстия внутреннего мундштука 2 (рис. 3). Из этих отверстий режущий кислород, основной и дополнительный, попадает в зону выплавки дефектов, где воспламеняет металл нагретой заготовки.

Чертежи деталей головки в сборе с расчетными каналами (рис. 3) представлены на рис. 4 – 6.

Чертеж детали наконечника с расчетными каналами (рис. 2) показан на рис. 7.

Ствол резака РКВД предназначен для пуска, регулировки и прекращения подачи подогревающего кислорода и горючего газа с помощью вентиляей и

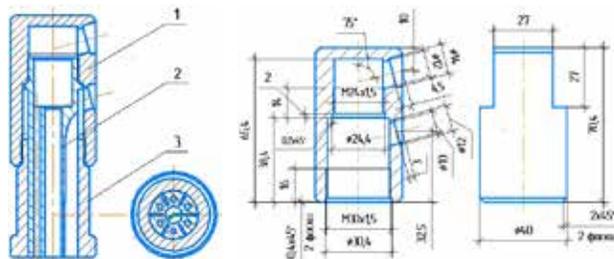


Рис. 3. Головка резака РКВД в сборе

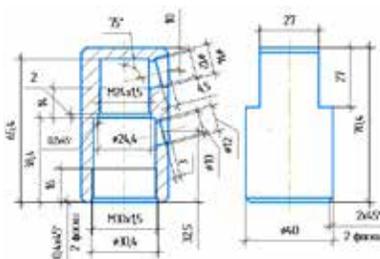


Рис. 4. Корпус головки резака РКВД

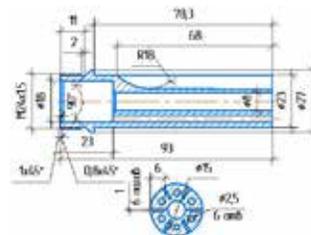


Рис. 5. Мундштук внутренний

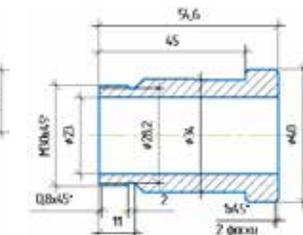


Рис. 6. Мундштук наружный

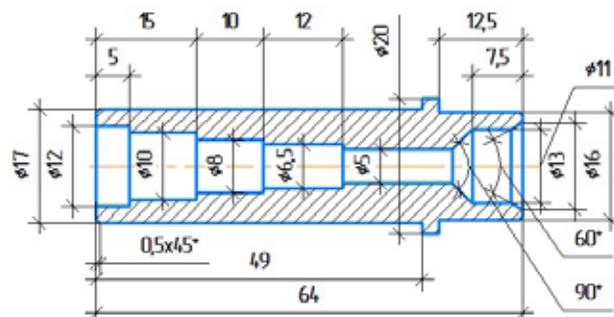


Рис. 7. Смесительная камера резака РКВД

пуска (прекращения подачи) режущего кислорода с помощью рычажного клапана. К штуцерам вентиля подогревающего кислорода и горючего газа, и к корпусу клапана ствола накидными гайками крепится удлинитель, а к входным штуцерам ствола накидными гайками присоединяются нишпели с резинотканевыми рукавами для подвода энергоносителей. На стволе предусмотрена рукоятка резака.

Ствол резака (рис. 8) состоит из вентиля горючего газа 2, к корпусу которого припаяна трубка для подвода горючего газа 8 со штуцером 5, вентиля подогревающего кислорода 1 с трубкой для подвода режущего кислорода 9, которая припаяна к тройнику рычажного клапана 3. С противоположной стороны к тройнику припаяна трубка для подвода кислорода с входным штуцером 6. Клапан режущего кислорода 3 жестко связан с вентилями подогревающего кислорода и горючего газа тройником и газоподводящими трубками. На этих трубках закреплена металлическая рукоятка 10, к которой крепится рычаг 4 с возможностью поворота вокруг своей оси и который связан со штоком клапана режущего кислорода с помощью кулисного механизма.

Вентиль подогревающего кислорода (рис. 9, слева) и вентиль горючего газа (рис. 9, справа) отличаются друг от друга размерами седла корпуса. С целью обеспечения плавной регулировки расхода подогревающего кислорода в широких пределах

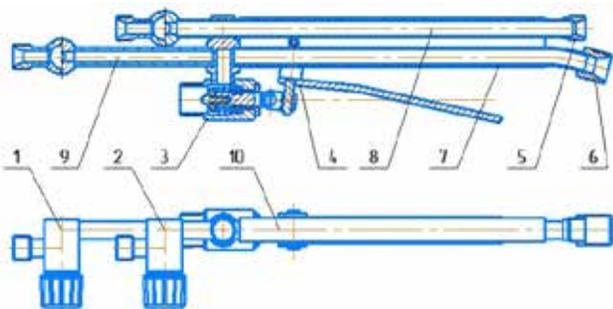


Рис. 8. Ствол резака РКВД

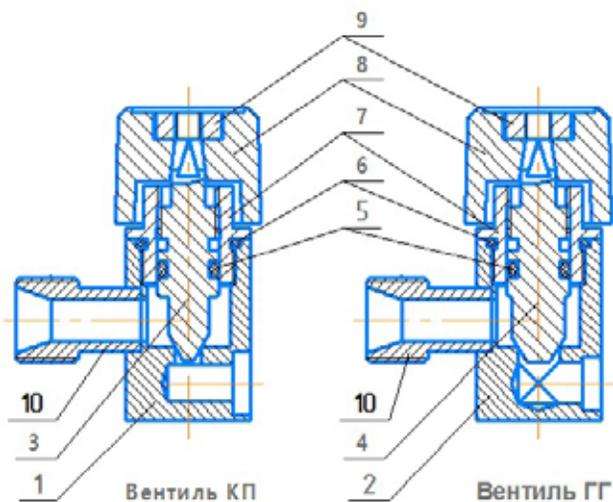


Рис. 9. Вентили КП и ГГ

диаметр седла вентиля подогревающего кислорода выполнен значительно меньше, чем диаметр седла вентиля горючего газа.

Вентили состоят из корпуса 1 (2), в которые вкручены сальниковые гайки 7. Герметичность резьбового соединения обеспечивают уплотнительные кольца 6. В сальниковые гайки вкручены с возможностью осевого перемещения шпindelи 3 (4). Герметичность резьбового соединения обеспечивают уплотнительные кольца 5. На хвостовую часть шпindelей надеты барашки 8, которые закреплены гайками 9. На выходе рабочих газов из вентилях предусмотрены штуцеры 10, предназначенные для крепления к ним элементов удлинителя.

При кислородной выплавке дефектов на горячих поковках режущую струю кислорода необходимо быстро и часто - включать и выключать. Поэтому для этих целей выбран рычажный клапан без фиксации положения его рукоятки. Рычажный клапан режущего кислорода (рис. 10) состоит из корпуса 1, к боковой поверхности которого припаян тройник 2, разделяющий кислородный поток на две части: режущий кислород и подогревающий кислород. Концентрично продольной оси в корпус клапана вставлена гильза 3, образующая с ним паяное соединение. В центральное отверстие гильзы вставлен шток 4, а в кольцевой зазор между гильзой и корпусом вставлена пружина 10. Шток имеет две кольцевые проточки, в которых расположены два уплотнительных кольца 11. В рабочую часть штока в специальное гнездо вставлен манжет 9, закрепленный винтом 6 с конической шляпкой 6. Коническая часть шляпки винта служит для плавного нарастания давления режущего кислорода. К хвостовой части штока шарнирно присоединена кулиса 5 с помощью винта 7 и гайки 8.

Рычаг клапана представлен на рис. 11. К рычагу 3 приварены направляющая 2 и две щеки 1 как показано на рис. 11. К рукоятке ствола припаяны втулка 6 и втулка малая 7. Щеки рычага шарнирно соединены с втулками с помощью винта 4 и гайки 5.

Для защиты газорезчика от теплового излучения поковки под прессом предусмотрен защитный экран с амбразурой, через которую производится выплавка. Экран установлен на расстоянии от поковки не менее 2-х м. Удлинитель предназначен для увеличения длины резака до значения не менее 3-х м.

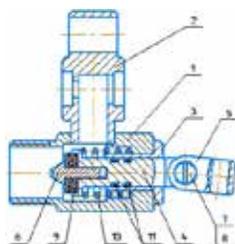


Рис. 10. Рычажный клапан КР

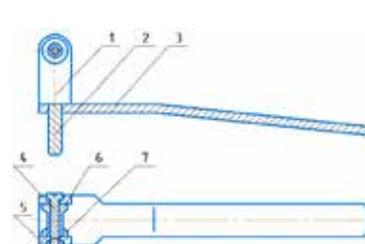


Рис. 11. Рычаг клапана

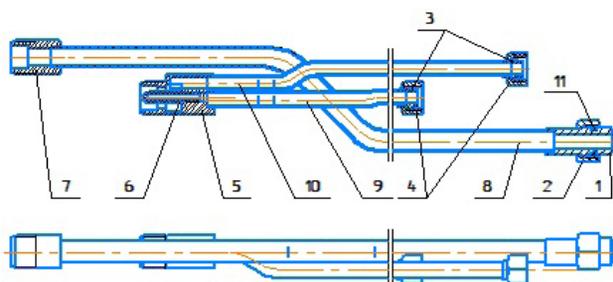


Рис. 12. Удлинитель

Удлинитель (рис. 12) состоит из трубки для подвода режущего кислорода 8, к одному из концов которого припаяно седло клапана 1 с накидной гайкой 2, а к другому концу – штуцер режущего кислорода (КР). К корпусу смесителя 5 с инжектором 6 припаяны трубка для подвода подогревающего кислорода 9 с линзой 3 и накидной гайкой 4, и трубка для подвода горючего газа 10 с линзой 3 и накидной гайкой 4. В седле клапана 1 выполнена кольцевая проточка для уплотнительного кольца 11. Трубки 8, 9 и 10 изогнуты, как показано на чертеже, и в местах пересечения приварены друг к другу.

На рис. 13, 14 приведены чертежи деталей удлинителя с расчетными каналами.

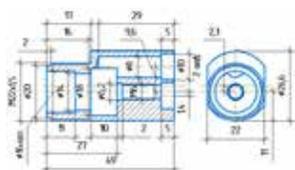


Рис. 13. Корпус смесителя

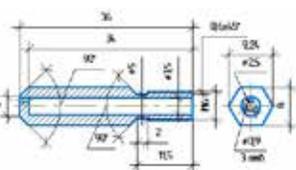


Рис. 14. Инжектор

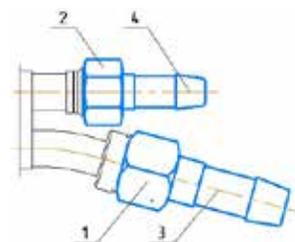


Рис. 15. Ниппельное соединение

Ниппельное соединение (рис. 15) служит для присоединения к резаку резиноканевых рукавов для подвода энергоносителей. Ниппель 3 Ду12 и накидная гайка 1 являются оригинальными деталями. Ниппель 4 и накидная гайка 2 применены из использовавшихся ранее резаков.

Выплавка дефектов на поверхности поковок непосредственно под прессом специальными газокислородными резаками наиболее распространена на ПАО «НКМЗ» и резак РКВД разработан и изготавливается применительно к условиям этого завода.

На рис. 16 представлены фотографии головки в сборе, а на рис. 17 – ствола резака.



Рис. 16. Головка резака РКВД



Рис. 17. Ствол резака РКВД

Выплавка дефектов на поковках под прессом усилием 3 000 тс показана на рис. 18.



Рис. 18. Выплавка дефектов на поковке под прессом усилием 3000 тс



Рис. 19. Выплавка поверхностных дефектов на поковке под прессом усилием 10 000 тс



Рис. 20. Удаление поверхностных трещин на поковке перед ее прошивкой



Рис. 21. Отрезка торцевой части поковки с закованной усадочной раковинной



Рис. 22. Разделка трещин на холодной поковке

Выплавка поверхностных дефектов на поковках под прессом усилием 10 000 тс представлена на рис. 19. Удаление поверхностных трещин на поковке перед ее прошивкой показано на рис. 20.

Отрезка торцевой части поковки с закованной усадочной раковинной под прессом усилием 10 000 тс продемонстрирована на рис. 21.

Процесс разделки трещин на холодной поковке укороченным резаком РКВД показан на рис. 22.

О необходимости активизации инноваций в промышленности и сварочном производстве.

Часть 2. Сварочное производство *

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

Рост объемов производства и потребления конструкционных материалов продолжает оставаться важной составляющей развития современной экономики [9]. При этом процессы сварки, термической резки, наплавки, нанесения покрытий являются наиболее предпочтительными и распространенными инструментами создания широкого ассортимента конкурентоспособных изделий. Указанные процессы лежат в основе различных технологий сварочного производства, требующих дальнейшего совершенствования и инновационного развития.

Инновационная деятельность в сварочном производстве

Изготовление сварных конструкций представляет собой сложный производственный процесс, состоящий из целого комплекса взаимосвязанных операций, отличающихся по своему характеру, продолжительности и назначению (заготовительные, сборочно-сварочные, послесварочные) [10].

Отмеченный выше комплекс работ в целом рассматривают как сварочное производство, организуемое обязательно с учетом особенностей и характера той или иной продукции, выпускаемой определенной отраслью экономики (машиностроение, автомобилестроение, судостроение, аэрокосмическая и др.)

В последнее время термин «сварочное производство» трактуют более широко. В состав сварочного производства виртуально включают не только непосредственных производителей сварных конструкций, но и научно-исследовательские центры, ведущие исследования и разработки новых сварочных технологий, оборудования и материалов; промышленные предприятия, осуществляющие выпуск основного и вспомогательного сварочного оборудования, сварочных материалов, средств защиты производственной и окружающей среды; сеть организаций, обеспечивающих связь разработчиков и потребителей сварочной техники; систему подготовки инженерных и рабочих кадров, состоящую из вузов I-IV уровня аккредитации и ПТУ.

Дальнейшая трансформация сварочного производства Украины в определяющей степени зависит

от изменения структуры отечественной экономики, производственной стратегии страны, а также ряда других факторов.

При сложившемся уровне потребления в Украине стального проката (в 2013 г. менее 140 кг/чел. в год) и продолжающейся деиндустриализации не стоит ожидать увеличения выпуска сварных конструкций в ближайшие годы.

За годы независимости сварочное производство страны существенно деградировало. Только некоторым предприятиям удалось улучшить качество сварных конструкций и повысить производительность труда. Выход из сложившейся ситуации автор видит в преимущественной ориентации отечественного сварочного производства на зарубежные рынки на основе создания новых инновационных продуктов. Это касается как непосредственных производителей сварных конструкций, так и разработчиков новых сварочных технологий, основного и вспомогательного оборудования, сварочных материалов.

Нет сомнений в том, что качество продукции и затраты являются важнейшими показателями деятельности любой производственной фирмы [1].

Критерием эффективного производства качественной продукции является признаваемая на внешнем рынке **система менеджмента качества** (СМК), сертифицированная на соответствие международным стандартам ISO серии 9000.

Задача СМК по ISO 9001 состоит в том, чтобы обеспечить соответствие качества продукции требованиям, заявленным изготовителем или заданным (ожидаемым) потребителем и обществом. Причем предприятие заблаговременно до заключения контракта должно определить для себя, способно ли оно это сделать. Наличие на предприятии СМК увеличивает уверенность потребителя в конкурентоспособности предприятия и в получении продукции, соответствующей заранее обусловленным требованиям. При этом сертификат соответствия становится рыночным аргументом в пользу указанной уверенности, если процесс создания и сертификации СМК происходит без отклонений от духа и буквы ISO 9001.

* Часть 1 – «Сварщик в России» № 3 – 2021

Стандарты серии ДСТУ ISO 3834 конкретизируют требования стандартов ДСТУ ISO 9001: 2008 применительно к сварочному производству и вводят критерии оценки средств достижения установленного качества в систему управления производством для предприятий, выполняющих сварочно-монтажные работы (услуги). Сертификация по ISO 3834 может быть выполнена одновременно с сертификацией по ISO 9001 или раздельно. Вариант сертификации по ISO 3834 может быть реализован на средних и крупных производствах сварных конструкций (согласно стандарту международной классификации к средним и крупным сварочным производствам относятся те, которые имеют в своем составе более одного сварочного цеха).

Качество изготовления продукции во многом зависит от человеческого фактора. Поэтому исключение человека из производственного процесса остается одним из главных направлений его развития. Речь идет о **роботизации**. Робот не бастует, не болеет, не уезжает в другую страну на заработки.

В сварочном производстве наибольший удельный вес занимают роботы для контактной точечной и газозлектрической дуговой сварки плавящимся и неплавящимся электродом. В то же время в последние годы растет количество роботов для сварки под флюсом, лазерной и лазерно-дуговой сварки, сварки трением с перемешиванием (СТП) и др.

Главными аргументами в пользу применения роботизированной дуговой сварки в мировом сварочном производстве являются:

- обеспечение конкурентоспособности продукции за счет высокого качества сварных соединений и его стабильности при высокой производительности процесса изготовления сварных конструкций и изделий;
- возможность компенсации дефицита квалифицированных рабочих-сварщиков;
- возможность качественного улучшения экономических условий и снижения вредного влияния сварки на здоровье основного и вспомогательного персонала;
- обеспечение гибкости средств автоматизации в условиях мелкосерийного сварочного производства, доля которого постоянно возрастает.

К сожалению, приведенные выше аргументы пока не стали толчком для активного внедрения роботизированной сварки в Украине, где в настоящее время эксплуатируется не более 19-20 роботов дуговой сварки плавящимся электродом. Но даже при существующем состоянии украинской промышленности их должно быть не менее 100. В нашей стране функционируют несколько фирм, занимающихся разработкой и внедрением технологии и оборудования роботизированной дуговой сварки, но к ним, к сожалению, не выстраиваются очереди заказчиков. В качестве причин такой си-

туации следует выделить отсутствие инвестиций, продолжающуюся стагнацию и деградацию машиностроения, реальных крупных программ по его развитию, а также стимулирования создания высокотехнологичных импортозамещающих производств различного профиля.

Роботизация является важным составляющим элементом Индустрии 4.0. Поэтому в мире непрерывно идет совершенствование техники и технологии роботизированной сварки.

Современные системы для автоматического слежения за швами, сбор и обработка информации о параметрах сварки дают возможность повысить эффективность роботизированной сварки и открывают новые области ее применения. Миниатюризация датчиков технического зрения и повышение вычислительной мощности и быстродействия управляющих систем позволяют создавать устройства с новыми возможностями, такие как самообучающиеся системы, с помощью которых робот самостоятельно контролирует положение шва и определяет его размеры, мониторит параметры сварки в реальном времени. Разработаны коммерческие системы тепловизионных камер для выполнения как теплового контроля, так и адаптивного контроля сварки с использованием тепловой обратной связи, основанной на технологии измерения пирометром.

Благодаря комбинированному контролю, включающему техническое зрение, фиксацию тепловых и электрических сигналов, появляются новые возможности для обнаружения дефектов, т. к. все задействованные системы становятся все более взаимосвязанными по мере того, как мир вступает в эпоху Индустрии 4.0.

Однако не следует ожидать, что все сварочные операции в среднесрочной перспективе будут автоматизированы и роботизированы, остается достаточно много областей применения сварки, где сварщика заменить пока невозможно. В этих случаях технические системы объективного контроля могут помочь сварщику в соблюдении требований технологической сварки. Например, миниатюрный спектрометр на шлеме сварщика указывает на то, что состав металла шва или защитного газа изменились. Эта информация может быть дополнена данными об угле наклона горелки и / или текущем расходе защитного газа, что позволит принять оптимальное решение.

Еще один пример. Фирма Fronius участвует в проекте «Сварка в промышленности будущего» (WIFI), который предусматривает управление сварочными системами и компьютерами с помощью голоса. Это существенно облегчает работу сварщика.

Более десяти лет тому назад были разработаны ряд процессов сварки плавящимся электродом с использованием **переноса металла с короткими замыканиями дугового промежутка**: STT (Lincoln Electric), SMT (Fronius), Cold Arc (EWM), Fast Root

(Кемпри). Все эти процессы реализуют путем программирования питания дуги с наличием обратных связей [10]. Они особенно эффективны при выполнении корневых швов, соединений с увеличенным зазором и разделкой кромок. Их используют в варианте механизированной и роботизированной сварки.

В сварочном производстве наибольший экономический эффект дают инновационные продукты в виде новых **технологий сварки**. Технологии сварки, как и многие другие технологии обработки материалов, оперируют с энергией, веществом и информацией [1]. Посредством воздействия и взаимодействия потоков энергии (ПЭ), вещества (ПВ) и информации (ПИ) происходит преобразование предмета обработки (рис. 1). При этом поток энергии взаимодействует с потоком вещества и предметом обработки, а непрерывный обмен осуществляется между всеми участниками процесса. Формирование ПЭ происходит посредством воздействия источника сварочного нагрева (электрическая дуга, электронный луч, лазер и др., а также их комбинации).

Поток вещества ПВ формируется за счет электродной проволоки, присадочного материала, защитных сред (газ, шлак, покрытие). Важную роль при реализации различных технологий сварки играет превращение и перенос вещества на макро- и микроуровне [1]. При сварке плавлением на макроуровне обычно рассматривают введение вещества с расходоуемым электродом, присадочным материалом и защитной средой. Часть вещества уносится в окружающую среду, что связано с потерями на угар, разбрызгивание и испарение.

Для всех способов сварки плавлением и давлением характерен перенос вещества путем диффузии. Диффузия вещества в металлах при сварке оказывает определяющее влияние на их свойства в процессе сварки и при последующей эксплуатации сварных конструкций [11].

При сварке плавлением в контакте находятся жидкая и твердая фазы. Этот контакт имеет место и в зоне сплавления основного металла и металла

шва, претерпевающими прерывистую кристаллизацию. Скорость диффузии на границе раздела таких фаз зависит от разности концентрации диффундирующего элемента в твердой фазе, но определяется не только этим фактором.

В процессе сварки, когда время контакта твердой и жидкой фаз сравнительно мало, результаты диффузии наблюдаются в малых объемах, прилегающих к поверхности раздела фаз. С увеличением времени пребывания металла в жидком состоянии (с ростом тепловложения) диффузия происходит в больших объемах металла.

В твердом металле процессы диффузии протекают довольно медленно, тем не менее при сварке они могут существенно влиять на его структуру и свойства. При сварке давлением ПЭ и ПВ формируются всеми или частью пяти основных параметров: давление (деформация), температура, время, среда (состав газовой фазы), скорость взаимного перемещения (трения) [12].

В современных технологиях поток информации ПИ играет чрезвычайно важную роль. Сущность реализации оптимальной технологии сварки состоит в том, чтобы передать в требуемом направлении, в определенное время нужное количество энергии и вещества, а также обеспечить их регулирование на различных этапах образования сварного соединения. При создании современных технологий сварки важную роль отводится наличию возможности управлять ПИ в режиме реального времени.

Очевидно, что, изменяя вид и количество вводимой энергии и вещества, технологии сварки можно совершенствовать и развивать в широких пределах, поскольку не существует принципиальных препятствий для комбинирования и программирования подачи энергии и вещества в рабочую зону. Потоки энергии и вещества регулируют за счет параметров режима, состава защитных сред, количества и состава электродного и присадочного материалов, а также посредством **принципа комбинирования**.

К комбинированным технологическим процессам относят процессы, в которых используют два и более однородных или разнородных источников энергии [1]. При применении разнородных источников энергии, воздействующих на одну зону обработки (например, сварочную ванну), вследствие чего возникает новый технологический эффект, такой процесс называют гибридным [13]. Так, процесс гибридной лазерно-дуговой сварки используют для снижения погонной энергии и уменьшения деформаций в судостроительном и транспортном машиностроении.

В [1] приведены возможные варианты комбинирования источников термической энергии и видов механического нагружения применительно к сварке металлических материалов. Ряд приведенных там способов сварки можно отнести к гибридным. Естественно, комбинирование источников терми-

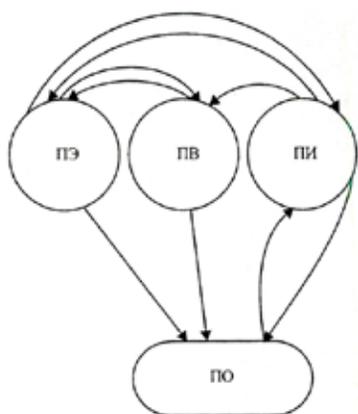


Рис. 1. Принципиальная схема реализации технологии сварки (обработки): ПЭ – поток энергии, ПВ – поток вещества, ПИ – поток информации, ПО – предмет обработки

ческой энергии и различных видов механического нагружения не исчерпывает всех возможностей принципа комбинирования. Внутри конкретного способа сварки могут комбинироваться также способы защиты (газовая, шлаковая, газшлаковая, вакуум), составы защитной среды, источники питания (переменного, постоянного и пульсирующего тока, тока высокой частоты и др.). В случае применения нескольких источников нагрева для каждого из них могут быть использованы как одинаковые, так и различные по составу и конструктивному исполнению способы защиты [1, 14].

Защитные среды, выполняя свою основную функцию защиты расплавленного металла от воздуха, оказывают огромное влияние на физико-механические, металлургические и технологические характеристики процесса сварки. В этом плане особенно выделяется **вакуумная защита**. Вакуум не только является защитной средой, предохраняющей металл от действия атмосферы, но и ускоряет и более полно завершает термодинамические процессы, протекающие в расплавленном и нагретом металле. Кинетическая роль вакуума наиболее ярко проявляется в резком ускорении выхода газов из металла, а термодинамическая – в более полном удалении примесей и загрязнений.

Установлено, что вакуумная среда активно воздействует на нагретый и расплавленный металл, обеспечивая его дегазацию, повышение плотности, удаление оксидов, примесей и загрязнений как с поверхности, так и из внутренних слоев металла.

Вакуум применяют в основном при электронно-лучевой сварке (ЭЛС) и некоторых способах сварки давлением. В то же время известно, что даже небольшая степень вакуумирования при лазерной сварке позволяет увеличить проплавление в 2-5 раз [15, 16]. С одной стороны, это лишает лазерный луч определенных преимуществ перед электронным, а с другой – появляется возможность реализовать комбинированный или гибридный процесс «лазерный луч + электронный луч». При этом необходимо отметить, что специфика лазерного луча позволяет передавать его через прозрачное заграждение или с помощью волоконной оптики на большие расстояния. Лазерный луч не подвержен воздействию магнитных полей и его совмещение с электронным может давать новые технологические эффекты и уникальные возможности при изготовлении ряда изделий. Такая технология может быть востребована и в рамках Индустрии 4.0.

Результаты исследований комбинированной электронно-лучевой и дуговой сварки приведены в работе [17]. Установлено, что при такой двухсторонней сварке дуговой разряд расширяет парогазовый канал в корневой части шва. При этом силы, обусловленные действием электронного пучка и дугового разряда на жидкий металл, имеют противопо-

ложное направление, в результате чего стабилизируются гидродинамические процессы в канале проплавления, снижается разбрызгивание и повышается устойчивость расплавленного металла против вытекания в широком диапазоне параметров режима.

Автор настоящей статьи считает целесообразным использование комбинирования химических источников тепловой энергии и сварочной дуги [18]. При этом высказано предположение о возможности существенного увеличения проплавления соединений углеродистой и низколегированной стали за счет подачи дополнительной струи чистого кислорода, с целью увеличения количества теплоты в локальной зоне.

Уже более 25 лет в мире ведутся работы по совершенствованию технологии **сварки трением с перемешиванием** (СТП) (рис. 2). За это время непрерывно совершенствовалась конструкция рабочего инструмента, были предложены различные способы и приемы сварки, расширялась номенклатура свариваемых материалов и увеличились объемы промышленного применения [1, 19].

Автор считает, что применительно к соединению сталей, титановых, медных сплавов и др. материалов с высокой температурой перехода их в пластическое состояние весьма перспективно использование **сварки трением с перемешиванием расходуемым инструментом** (СТП РИ) (рис. 3). В случае сварки не расходуемым инструментом шов образуется за счет основного металла. При использовании расходуемого инструмента шов формируется преимущественно за счет материала этого инструмен-

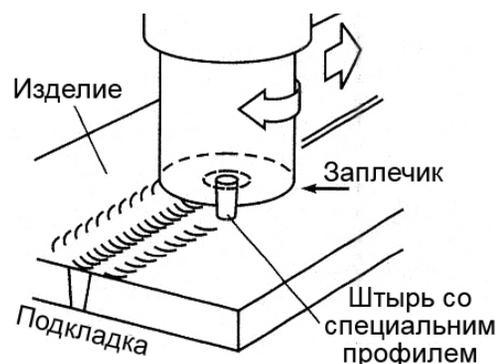


Рис. 2. Схема процесса сварки трением с перемешиванием

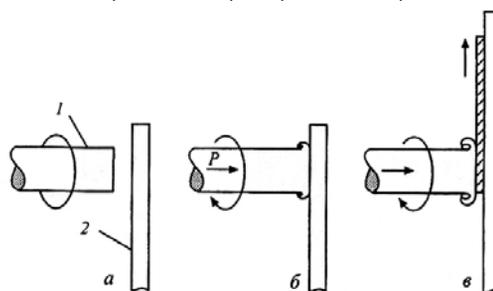


Рис. 3. Схема процесса сварки (наплавки) трением: а – исходное положение вращающегося расходуемого прутка 1 и пластины-подложки 2, б – начало образования пластифицированного слоя под действием осевой нагрузки P , в – нанесение пластифицированного слоя

та (прутка) [20, 21]. Можно предположить, что СТП РИ может позволить реализовать ряд аддитивных технологий, в т.ч. востребованных Индустрией 4.0.

По мнению многих специалистов в рамках реализации концепции Индустрии 4.0 особенно перспективна 3D-печать или быстрое прототипирование объемных изделий сложной формы. Эта технология принципиально изменяет структуру промышленного производства и экономики, обеспечивает автоматическое проектирование деталей, гибкость и быстроту изготовления различных изделий, перераспределение производства от больших предприятий к мелким или изготовление деталей непосредственно у потребителя [1].

Упомянутая группа технологий объединена термином «аддитивное производство» (AF – additive fabrication или AM – additive manufacturing). Стандарт ASTM F2792-124 дает определение термину AM как «способ соединения материалов, при котором происходит послойное создание объекта по заданной цифровой трехмерной модели». В настоящее время известно более 40 различных аддитивных технологий (AT). В качестве достоинств AT обычно выделяют:

- изготовление деталей и оснастки, которые традиционными методами изготовить невозможно или чрезвычайно дорого;
- сокращение времени на разработку новых видов продукции;
- ускорение выхода продукции на рынок и поставка продукции малыми сериями;
- быстрый переход от изготовления одного вида продукции на другой, сокращение времени выполнения заказов;
- уменьшение времени простоя технологического оборудования.

Некоторые 3D-принтеры промышленного уровня стоят дорого, однако можно найти 3D-принтер для производственных целей за 3,5 тыс. дол. Принтеры стоимостью более 100 тыс. дол. США обычно являются широкоформатными, в которых используются как полимерные, так и металлические материалы для печати.

Наиболее распространенными металлами для 3D-печати являются нержавеющие стали (17-4PH, 316L, 304), инструментальные стали (H13, F2, D2), титановый сплав (Ti64), алюминиевые сплавы (4047, 6061, 7075) и др.

Применительно к переработке металлических материалов наиболее широко используют селективное лазерное плавление (SLM), электронно-лучевое плавление (EBM) [22, 23]. При высоком качестве продукции эти AT имеют ряд ограничений [1].

Поэтому согласно [24, 25, 26] актуальной в этой связи является ориентация на использование сварочных технологий для трехмерной печати металлических изделий сложной формы, поскольку сварка, при большей производительности, также

позволяет реализовать принцип AM, а именно послойного формирования объемных изделий.

Аддитивные технологии в настоящее время наиболее востребованы для изготовления изделий в авиакосмической отрасли, автомобиле- и машиностроении, военно-промышленном комплексе и медицине (в части протезирования).

Таким образом, приведенное выше иллюстрирует, что имеется ряд направлений разработок, которые могут завершиться созданием новых инновационных продуктов в сварочном производстве.

Литература

1. Лащенко Г.И., Никитюк Ю.А. Расширение технологических возможностей сварочного производства. – К.: ДИА, 2019. – 360 с.
2. Форсайт экономики Украины: среднесрочный (2015-2020 гг.) и долгосрочный (2020-2030 гг.) временные горизонты. / Научный руководитель проекта академик НАНУ М.З. Згуровский / – К.: КПИ, 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.
9. Лащенко Г.И. Сварочное производство в экономике Украины. // Автомат. сварка. – 2019. – № 11. – С. 3-9.
10. Лащенко Г.И. Современные технологии сварочного производства. – К.: Экотехнология, 2012. – 720 с.
11. Прохоров Н.Н. Физические процессы в металлах при сварке. Т. 1. Элементы физики металлов и процесс кристаллизации. – М.: Металлургия, 1968. – 695 с.
12. Гельман А.С. Основы сварки давлением. – М.: Машиностроение, 1970. – 312 с.
13. Шелягин В.Д., Хаскин В.Ю. Тенденции развития лазерно-дуговой сварки. // Автомат. сварка. – 2002. - № 6. – С. 28-32.
14. Лащенко Г.И. Комбинированные технологии сварки плавлением. // Автомат. сварка. – 2012. – № 8. – С. 32-38.
15. Назаренко О.К., Морочко В.П. Применение мощных CO₂ – лазеров в зарубежном сварочном производстве (обзор). // Автомат. сварка. – 1988. – № 4. – С. 43-46.
16. Хаскин В.Ю., Шелягин В.Д., Шулым В.Ф. и др. Влияние давления защитного газа в зоне сварочной ванны при лазерной сварке сталей. // Сварщик. – 2013. – № 4. – С. 10-15.
17. Овечников С.А., Драгунов В.К. Двусторонняя одновременная сварка электронным лучом и дуговым разрядом. / Радиоэлектроника, электротехника и энергетика. Сб. тр. 8-й Междунар. научно-техн. конф. студентов и аспирантов, 28.02-01.03., 2002 г., Москва.
18. Лащенко Г.И. Использование химических источников тепловой энергии для повышения эф-

фективности дуговой сварки. // Сварщик. – 2020. – № 2. – С. 6-9.

19. Штрикман М.М. Тенденции развития процесса фрикционной сварки вращающимся стержнем. // Сварочное производство. – 2014. - № 3. – С. 34-44.

20. Томас В.М., Николас Е.Д. Наплавка трением и новые методы плакирования трением. // Автомат. сварка. – 1994. – № 3. – С. 55-60.

21. Nasciment E., Quintino L. Rozwoj technologii zgrzewania torcio- wego z miczanicm material - FSW. // Biuletyn Instytutu Spawalnictwa. – 2014. – № 5. – Р. 17-24.

22. Мальшева Д.Н. Промышленная революция 4.0: переход к умному производству. // Сварка и металлоконструкции. – 2016. – № 3. – С. 7-9.

23. Нестеренков В.М., Матвейчук В.А., Русыник

М.О. Получение промышленных изделий с применением электронно-лучевых технологий для 3D-печати. // Автомат. сварка. – 2018. – № 1. – С. 34-39.

24. Коржик В.Н., Хаскин В.Ю., Гринюк А.А. Трёхмерная печать металлических объёмных изделий сложной формы на основе сварочных плазменно-дуговых технологий. // Автомат. сварка. – 2016. – № 5-6. – С. 127-134.

25. Жуков В.В., Григоренко Г.М., Шаповалов В.А. Аддитивное производство металлических изделий. // Автомат. сварка. – 2016. - № 5-6. – С. 148-153.

26. Послойный синтез с помощью сварочной дуги: экономичный 3D-принтер металлических изделий. // Автоматическая сварка. – 2019. – № 11. – С. 71-72.

●#1357

ESAB на национальном чемпионате WorldSkills-2021 в Уфе

ESAB принял участие в финале IX национального чемпионата «Молодые профессионалы» WorldSkills, который проходил с 25 по 29 августа 2021 г. в Уфе.

На чемпионате было представлено 105 компетенций, разделённые на 7 блоков профессий. В чемпионате удаленно приняли участие конкурсанты и эксперты из стран Азиатско-Тихоокеанского региона и СНГ.

ESAB выступил платиновым партнёром Чемпионата в 3-х компетенциях: «Производство металлоконструкций», «Сварочные технологии» и «Обработка листового металла». Для соревнования компания предоставила полуавтоматы и аппараты для аргодуговой сварки, которые соответствуют всем стандартам WorldSkills и наилучшим образом подходят для использования в образовательных целях, а также сварочные материалы, аксессуары и средства индивидуальной защиты. Это оборудование специально подготовлено компанией для работы на чемпионатах WorldSkills Russia.

В 2021 г. на полях WorldSkills были реализованы интерактивные площадки профориентационной активности Try-a-skill в формате мастер-классов, игр и соревнований в различных компетенциях: от мобильной робототехники до эксплуатации сельхозмашин. ESAB предоставил участникам возможность раскрыть свои таланты в профессии сварщика, разместив на Чемпионате свой демо-трак. Демо-трак представляет собой грузовик, в котором собрано всё необходимое оборудование: от мощных промышленных аппаратов на 500 А до компактного оборудования хобби класс.

Специалисты ESAB приняли участие и в круглом столе «Трудоустройство участников чемпионатного движения «Абилимпикс» с темой «Конкурсное задание как стандарт трудоустройства». В числе ключевых вопросов, которые рассматривались в рамках мероприятий – трудоустройство и стажировки для людей с ограниченными возможностями здоровья, доступность рабочих мест на предприятиях и привлечение работодателей к движению «Абилимпикс».



По словам руководителя направления по взаимодействию с образовательными организациями ESAB Станислава Конова, Чемпионаты WorldSkills – возможность для российских предприятий, производителей оборудования и образовательных учреждений вести диалог, а также собирать обратную связь для проработки совместных решений, направленных на совершенствование системы подготовки молодых профессионалов и повышения общего уровня отрасли.

«В этом году конкурсное задание для компетенции «Производство металлоконструкций» разработано таким образом, чтобы максимально приблизить участников к реальным задачам, с которыми они могут столкнуться на производстве. Суть задания в том, чтобы изготовить из листа металла конструкцию на базе предоставленных чертежей. Конкурсантам необходимо из заготовок в виде листового металла различной толщины и труб полностью самостоятельно изготовить изделие, раскроив листы, отформовать и сварить их, выдержав в допусках контрольные размеры изделий. Такой подход очень импонирует нам, т. к. мы понимаем, что необходимо смотреть шире, чем просто качественная сварка. Клиент нуждается в конечном продукте, а качественные сварочные швы, лишь его часть».

В России чемпионаты WorldSkills проводятся, начиная с 2013 г. Ключевой миссией WorldSkills Russia является популяризация рабочих профессий. Прошедший национальный финал считается одним из самых масштабных соревнований профессионального мастерства среди студентов и школьников в России.

●#1358

Флагманы ESAB на AtomSkills-2021

Компания ESAB приняла участие в VI ежегодном отраслевом чемпионате AtomSkills, который прошёл в очном формате в Екатеринбурге с 11 по 16 августа 2021 г. На площадке чемпионата встретились участники и эксперты 16 дивизионов Росатома, успешно прошедшие эти отборочные этапы.

Традиционно компания поддержала профессиональную компетенцию «Сварочные технологии». Всего же на площадке промышленного чемпионата было представлено 37 компетенций.

В этом году компания ESAB предоставила участникам оборудование, которое наилучшим образом подходит для образовательных организаций и соответствуют всем требованиям WorldSkills. Так, полуавтоматами и аппаратами для аргодуговой сварки были оборудованы все 15 постов компетенции. В отличие от прежних моделей-участников, аппараты более компактны и лучше подходят для использования на соревнованиях.

В 2021 г. представители компании ESAB приняли участие в проектной сессии по обсуждению вопросов взаимодействия организаций среднего профессионального образования и предприятий атомной отрасли.

«Как один из крупнейших производителей современного сварочного оборудования и компания, кото-



рая инвестирует в локальное производство, мы хотим вносить свой вклад и в повышение профессиональной подготовки специалистов. ESAB поддерживает чемпионат AtomSkills не первый год, так как он является одной из ключевых площадок для обмена профессиональными знаниями между лучшими представителями профессии, работающих на предприятиях Росатома, а также инструментом отбора и подготовки кадров в промышленности», - отметил руководитель направления по взаимодействию с образовательными организациями ESAB Станислав Конов.

Чемпионат AtomSkills - крупнейшее международное отраслевое мероприятие от госкорпорации Росатом, которое объединяет школьников, студентов, молодых специалистов и экспертов атомной отрасли и проходит по методике WorldSkills.

● #1359

Соглашение о сотрудничестве между СПбГМТУ и АО «ОДК-Климов»

22 июля 2021 г. в ходе Международного авиационно-космического салона МАКС-2021 морской технический университет (СПбГМТУ) и АО «ОДК-Климов» (входит в Объединенную двигателестроительную корпорацию Ростеха) подписали соглашение о сотрудничестве. Подписи в соглашении поставили ректор СПбГМТУ Глеб Туричин и исполнительный директор АО «ОДК-Климов» Александр Ватагин.

Сотрудничество предполагает взаимодействие в области образования, науки, производства и реализации совместных образовательных программ, направленных на удовлетворение потребностей предприятия в специалистах, повышение квалификации работников предприятия, внедрение новых технологий.

В частности, между предприятием и вузом уже заключаются договоры целевого обучения студентов, планируется проведение профориентационных мероприятий среди абитуриентов. На системной основе будет проходить обмен опытом в сфере развития передовых методов и технологий обучения. Финансовые условия сотрудничества будут определяться отдельно.

Производственные площадки ОДК-Климов будут активно использоваться для проведения практических занятий студентов, специалистов предприятия будут привлекать для руководства курсовыми и дипломными проектами. Для обучающихся по специальностям и направлениям подготовки, востребованным на предприятии, ОДК-Климов будет назначать именные стипендии.

«Сегодня в работе у ОДК-Климов - проекты по созданию двух новых двигателей и гибридной силовой установки. Мы развиваемся, и нам очень нужны квалифицированные кадры, не только владеющие современными знаниями и технологиями, но и умеющие творчески мыслить, готовые развивать инженерную смекалку, находить оригинальные нестандартные решения. Мы будем делать все, чтобы помогать Морскому техническому университету растить такие кадры», - отметил Александр Ватагин.

«В нашем вузе одним из традиционно сильных направлений является развитие и внедрение в промышленность лазерных и сварочных технологий, поставка технологического оборудования, которое весьма эффективно для решения ключевых производственных задач ОДК-Климов. Представители корпорации уже оценили высокий уровень и актуальность исследований и разработок, проводимых в этом направлении Корабелкой», - подчеркнул Глеб Туричин.

АО «ОДК-Климов» – предприятие двигателестроительной отрасли, занимается разработкой, производством газотурбинных двигателей и систем управления для самолетов и вертолетов. Включает в себя конструкторское бюро, современную производственную и экспериментальную базы, сервисные центры. АО «ОДК-Климов» входит в состав АО «Объединенная двигателестроительная корпорация».

● #1360

Секретарь Совета Безопасности РФ Николай Патрушев провел в СПбГМТУ совещание по вопросам подготовки инженерных кадров для судостроения и авиастроения

31 августа 2021 г. в Санкт-Петербургском государственном морском техническом университете под председательством Секретаря Совбеза РФ Николая Патрушева прошло совещание по вопросам подготовки инженерных кадров для судостроения и авиастроения.

В совещании приняли участие представитель Президента РФ в СЗФО Александр Гуцан, министр науки и высшего образования РФ Валерий Фальков, первый замминистра просвещения РФ Александр Бугаев, губернаторы Санкт-Петербурга Александр Беглов и Ленинградской области Александр Дрозденко, ректор СПбГМТУ Глеб Туричин, представители образовательных и научных учреждений города, а также руководители ряда судостроительных предприятий.

На совещании рассмотрены результаты деятельности вуза в минувшем учебном году, обсуждены вопросы, связанные с дальнейшей научно-исследовательской деятельностью университета, улучшением материальной базы учебного заведения.

Подведены промежуточные результаты работы по созданию инновационного научно-технологического центра СПбГМТУ «Приморская долина» в Ленинградской области. Основной целью создания ИНТЦ является радикальное снижение себестоимости добычи углеводородов на шельфе за счет роботизации и цифровизации всех процессов. ИНТЦ «Приморская долина» включает в себя 4 кластера: кластер цифровизации технологий морской добычи углеводородов (кластер энергетики), кластер робототехники и технологий искусственного интеллекта (кластер робототехники), кластер приборостроения и интеллектуальной сенсорики (кластер приборостроения), а также образовательный кластер.

Выступая на совещании, ректор СПбГМТУ Глеб Туричин отметил, что задача по созданию на базе СПбГМТУ научно-технологического центра для ряда отраслей ОПК решена. «Не останавливаясь на достигнутом, мы продолжаем работы по наращиванию компетенций, научно-производственной инфраструктуры и расширения областей деятельности. В частности, в настоящее время, совместно с нашими партнерами – УГАТУ и УМПО, большая работа ведется по обеспечению ПАО «Газпром» соответствующими мощностями ремонтного производства» - подчеркнул ректор Корабелки. Также вуз участвует в конкурсах Минэкономразвития, Минобрнауки и Минпромторга по 218 и 109 постановлениям, по искусственному интеллекту, по ГП «Развитие судостроения» и др.

Отдельное внимание на совещании было уделено повышению качества подготовки кадров для судостроительных предприятий Дальневосточного региона в Приморском крае. В частности, сделан акцент на подготовке по программе «Кораблестроение и техническая



эксплуатация судов», «Проектирование, конструкция и техническая эксплуатация судов и объектов океанотехники», «Проектирование сварных судовых конструкций» в Дальневосточном федеральном университете. Обсуждены дальнейшие перспективы обучения по специальности «Лазерные и аддитивные технологии в авиастроении» в Уфимском университете.

Подняты также вопросы повышения интереса школьников к судостроительной и авиастроительной деятельности. Разработаны программы сквозного обучения «Оптика лазеров», «Морская робототехника», «Экономика управления». Планируется открытие классов по профилям: «Беспилотные летательные аппараты и авиамоделирование», «Космическая робототехника и ракетомоделирование», «Технология машиностроения».

В Корабелке разработана и воплощается в жизнь концепция сквозного инженерного образования. Все начинается с подготовки качественных и мотивированных абитуриентов. Для этого реализуется проект «Инженерные классы», которые создаются в школах. В частности, СПбГМТУ ведет работу более чем с 620 школами по всей России. В ходе совещания ректор СПбГМТУ Глеб Туричин и губернатор Ленинградской области Александр Дрозденко подписали соглашение о создании инженерных классов в школах области. Подобное соглашение ранее подписано с губернатором Санкт-Петербурга Александром Бегловым.

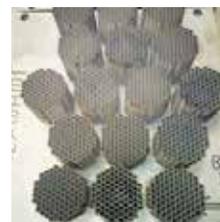
Затронуты проблемы, связанные с глубокой модернизацией Онежского судостроительно-судоремонтного завода, проект которой разработан СПбГМТУ и уже прошел госэкспертизу.

● #1361

Конструкционные материалы нового поколения

Создание конструкционных материалов нового поколения с качественно новыми эксплуатационными характеристиками стало возможным благодаря расширению знаний о природе материалов, что привело к развитию наноиндустрии. НИЦ «Курчатовский институт» - ЦНИИ КМ «Прометей» 15 лет назад был определен Федеральным агентством по науке и инновациям Главной организацией по разработке конструкционных наноматериалов. В начале 2000-х гг. создание конструкционных наноматериалов находилось на начальной стадии развития полезных для практики направлений исследований и разработок и требовало использования широкого спектра новых нанотехнологий. В ЦНИИ КМ «Прометей» проводятся работы по основным направлениям в области нанотехнологий конструкционных материалов, в т.ч. созданию объемных наноструктур конструкционных материалов и нанокомпозитов; инжинирингу наноструктурированной поверхности; разработке способов получения исходных наноматериалов в виде порошков, нанопроводов и аморфных лент и т.д. В этих направлениях, на основании имеющегося в Институте научно-технического задела, получены реальные практические результаты для решения проблем машиностроения, морской техники, ТЭК, водородной и альтернативной энергетики, электромагнитной экологии. В 2008 г. на базе ЦНИИ КМ «Прометей» был создан единственный в Северо-Западном регионе России Научно-исследовательский центр по разработке конструкционных наноматериалов. «Наноцентр» оснащен более чем 60 единицами уникального технологического и диагностического оборудо-

вания и обладает высококвалифицированным кадровым потенциалом. Развитие «Наноцентра» позволяет решать сложные научно-технологические задачи во многих областях, в т. ч. создание нового поколения нанокомпозитов на основе многокомпонентных интерметаллических соединений для альтернативной энергетики, промышленной экологии; разработка нового поколения молекулярных мембран и материалов-геттеров; создание новых уникальных наноматериалов, обладающих памятью формы.



ЦНИИ КМ «Прометей» является одним из «пионеров» в развитии аддитивных технологий, в т.ч. 3D прототипирования на базе композиционных наноматериалов, позволяющих изготавливать и восстанавливать детали и изделия из металлических, керамических, полимерных, полиамидных материалов и обеспечивающих требуемый уровень качества получаемой продукции.

«Наноцентр» успешно выполняет работы по моделированию, исследованию и получению структуры и свойств металлических и полимерных, конструкционных и функциональных наноматериалов. НИЦ «Курчатовский институт» - ЦНИИ КМ «Прометей» широко использует их для работ по всем основным направлениям (хладостойкие стали, немагнитные стали, полимерные композиты, функциональные материалы).

www.cris-m-primetey.ru

● #1362

Подписано соглашение СПбГМТУ с УГАТУ и Академией наук РБ

В ходе деловой программы третьего дня работы авиасалона МАКС-2021 подписано трехстороннее соглашение о сотрудничестве между Санкт-Петербургским государственным морским техническим университетом, УГАТУ и Академией наук Республики Башкортостан.

Свои подписи под документом поставили ректор СПбГМТУ Глеб Туричин, ректор УГАТУ Сергей Новиков, и.о. президента Академии наук РБ Камилль Рамазанов.

На церемонии подписания также присутствовали: первый проректор по научной деятельности УГАТУ Рустэм Еникеев, проректор по инновационной деятельности УГАТУ Георгий Агеев и начальник технологического отдела ИЛИСТ СПбГМТУ Рудольф Корсмик.

Соглашение дает старт взаимовыгодному сотрудничеству и созданию интегрированной научно-инновационной структуры – Консорциума «Комплексные ремонтные технологии».

Партнерство предусматривает:

- интеграцию образовательной, научной и производственной деятельности, организацию и проведение совместных фундаментальных и прикладных научно-исследовательских и опытно-конструк-

торских работ по направлению «Ремонт и восстановление газотурбинных установок и газоперекачивающих станций»;



- совместное участие в конкурсах на предоставление грантов, субсидий и хозрасчетных работ;
- регулярный информационный обмен с учётом взаимных интересов;
- развитие и внедрение инновационных образовательных технологий, повышение качества подготовки и переподготовки кадров, включая кадры высшей квалификации, а также организацию учебных практик, развитие учебно-лабораторной базы;
- проведение совместных конференций, выставок, презентаций, подготовка совместных публикаций, научных трудов и монографий.

В рамках сотрудничества вузы и Академия наук смогут эффективнее использовать имеющееся в их распоряжении научное и технологическое оборудование и привлекать индустриальных партнеров к его использованию для создания высокотехнологичной научной продукции и трансфера новых технологий в промышленное производство.

● #1363

Бесценный цифровой помощник от ESAB

Компания ESAB, один из мировых лидеров в области сварки и резки, обновила приложение для партнёров и клиентов – ESAB Mobile. Теперь приложение повторяет все основные функции мульти-платформенного интернет-ресурса компании ESAB Online.

Благодаря обновлению пользователь может контролировать все ключевые процессы из любой точки мира со своего смартфона. ESAB Mobile доступен для скачивания как в Google Play (рейтинг 4,7), так и в Appstore (рейтинг 4,6). В приложении доступны новости, акции, семинары и вебинары. ESAB Mobile активно используется в России, Казахстане, Беларуси и Украине, а количество пользователей постоянно растёт, все больше вовлекая партнеров ESAB в единое цифровое пространство.

Что касается ESAB Online, то платформа была разработана ещё в 2013 г. для оптимизации операционных затрат и увеличения продаж, с постепенным расширением она функционалилась. Сегодня она представляет собой единую площадку для взаимодействия с дистрибьютерами, трейдерами и прямыми клиентами ESAB. Информация по товарам оперативно оказывается у дистрибьюторов и клиентов, которые могут выбрать поставщика согласно заданным срокам поставки и цене.

Широкий функционал ESAB Online позволяет существенно ускорить все рабочие процессы. Помимо сертификатов на продукцию здесь хранится вся доку-

ментация и отчетность. Сегодня через портал можно просматривать прайс-листы, проверять наличие остатков продукции на складах и отслеживать заказ. В дальнейшем планируется усовершенствовать данный раздел, чтобы пользователь мог видеть в режиме онлайн остатки товаров на складах и в других странах. Среди прочих значимых нововведений стоит отметить добавление функции электронного согласования спецификаций на поставку через портал. Это позволило сократить цикл от размещения заказа до отгрузки продукта с 3 дней до 20 минут.

«Решения ESAB в сфере Digital и Big Data – это логичный шаг в сторону сварочной отрасли нового поколения. Мы постоянно обновляем софт в ответ на запросы рынка и стараемся делать его максимально удобным как для дистрибьюторов и трейдеров, так и для прямых заказчиков. Системы ESAB Online и ESAB Mobile показывают свою эффективность, а спрос на них непрерывно растёт. Так, например, мобильное приложение активно используется даже в выходные дни, когда нет возможности контролировать процессы за компьютером. На текущий момент аналогов тому, что сделали мы на рынке нет», – заявляет генеральный и финансовый директор ESAB LLC в России/СНГ Алексей Нужный.



● #1364

ESAB и «РГ-Техно»: в начале славных дел!

Компания ESAB, один из лидеров в области производства оборудования и расходных материалов для сварки и резки, поставила на предприятие отечественного производителя спецтехники «РГ-Техно» более 20 комплектов сварочных полуавтоматов.

«РГ-Техно» является одним из ведущих российских производителей спецтехники для сбора и транспортировки отходов класса «премиум», который интегрирует европейскую технологию и создает на ее базе локальный продукт, полностью соответствующий мировым стандартам. Один из основных продуктов – навесное мусоросборочное оборудование, которое даёт возможность использовать коммунальный автотранспорт более эффективно. Это удается за счет высокоэффективной системы прессования, которая уменьшает объем отходов.

Необходимость в обновлении станочного парка и повышении качества процессов резки легли в основу проекта по модернизации оборудования на предприятии «РГ-Техно» в г. Люберцы. Проект завершился успешным внедрением комплекса решений ESAB в этой области.

На предприятии были установлены многофункциональные сварочные полуавтоматы ESAB Warrior 400i CC/CV для промышленного применения на 400/500 А с возможностью дуговой сварки сплошными проволоками (MIG/MAG), дуговой сварки порошковой проволокой (FCAW) и штучным покрытием электродом (MMA), аргонодуговой сварки неплавящимся электродом (TIG) и для воздушно-дуговой строжки угольным электродом (Arc Gouging).

Все сварочные полуавтоматы оснащены механизмом подачи проволоки ESAB Warrior Feed 304w и блоками водяного охлаждения ESAB COOL 2 Cooling Unit, которые обеспечивают охлаждение горелок, повышая комфорт работы сварщика. ESAB COOL 2 Cooling Unit увеличивает возможную выработку оборудования, уменьшая при этом количество расходных материалов.



Для повышения эффективности ручной плазменной резки, на производство была закуплена установка Cutmaster 80, охватывающая рабочую зону в радиусе до 30 м, а максимальная толщина реза достигает 38 мм. Благодаря оборудованию ESAB, «РГ-Техно» удастся повысить производительность и качество выпускаемого продукта, а также сократить затраты на обработку после сварки.

«Оборудование, поставленное на предприятие «РГ-Техно» давно зарекомендовало себя как надежное и простое в обращении. На протяжении многих лет наши заказчики выбирают его за функциональность и высокую производительность. Этот проект – отличная возможность подставить плечо отечественному производителю, обеспечить условия для роста, развития и укрепления его позиций на рынке», – отмечает Дмитрий Куракса, управляющий директор ESAB Россия и СНГ.

● #1365

Юбилейная 20-я выставка Weldex 2021



Weldex – главное место встречи специалистов сварочной отрасли. Расширьте возможности вашей компании вместе с ключевой сварочной выставкой России.

В октябре 2021 г. в юбилейный 20-ый раз состоится Weldex – международная выставка сварочных материалов, оборудования и технологий. Для производителей и поставщиков данных категорий продукции Weldex уже двадцать лет является важной ежегодной площадкой, участники которой имеют возможность продемонстрировать свои предложения и найти новые деловые контакты среди профессиональной аудитории выставки.

Что делает выставку Weldex привлекательной для лидеров отрасли?

Возможность показать широкий спектр сварочной продукции

Экспозиция Weldex включает в себя 12 разделов, охватывающих различные направления сварочного оборудования и материалов, пользующихся спросом у специалистов. На Weldex вы сможете представить аппараты, инструменты и иное оборудование для сварки и резки металла, нанесения защитных покрытий и контроля качества, сварочные роботы и системы автоматизации, крепежные изделия и вспомогательные инструменты, решения для защиты от коррозии и многое другое.

Живая демонстрация оборудования

Участники Weldex имеют возможность не только представить каталог своей компании, но и показать действующие образцы оборудования в процессе работы прямо на своем стенде. Демонстрация работающих аппаратов и систем уже давно стала традицией выставки, и наши участники из года в год стремятся привезти живые образцы техники, чтобы сделать свой стенд ярче и привлекательнее для посетителей Weldex.

Уникальная целевая аудитория

Weldex посещают специалисты и руководители компаний самых разнообразных сфер деятельности: металлургических, металло-обрабатывающих и строительных предприятий, производителей индустриального оборудования, оптовых торговых компаний и многих других. В 2019 г. на выставке побывали 6 080 посетителей из 70 регионов России и 23 стран мира. Деловые контакты с широким числом специалистов помогут вам увеличить объемы и географию ваших продаж благодаря обновленной сети поставок.

Профессиональное сообщество экспертов

Weldex – не только экспозиция, наполненная самым деловым оборудованием, но и престижная площадка, на которой представители отрасли могут обсудить итоги года и получить обратную связь от коллег и партнеров. А деловая программа выставки поможет вам узнать критически важную информацию, необходимую для планирования ваших будущих шагов, а также привлечь дополнительное вни-

мание к вашему каталогу и достижениям.

Современная площадка

В этом году Weldex впервые состоится в МВЦ «Крокус Экспо» – многофункциональном и комфортабельном выставочном пространстве, обеспечивающем высочайший уровень проведения деловых мероприятий. Удобное транспортное расположение и условия размещения экспозиции позволят нам сделать выставку этого года еще больше и интереснее, а вам – еще ярче рассказать о вашей компании и привлечь новых потенциальных клиентов.

Кого вы можете встретить на Weldex 2021?

Аудитория Weldex – тысячи специалистов и руководителей широкого спектра предприятий, работающих со сваркой

Уже двадцать лет мы работаем для того, чтобы производители и поставщики сварочного оборудования, технологий и материалов имели возможность встретиться со своей главной целевой аудиторией – представителями предприятий, использующих данную продукцию в своей работе.

Weldex ежегодно посещают тысячи сотрудников предприятий машиностроительной, нефтегазовой и энергетической промышленности, металлургии и ЖКХ. В 2019 г. на экспозиции побывали 6 080 специалистов и руководителей данных компаний. Но что еще мы знаем о профессионалах, приходящих на выставку?

5 фактов о целевой аудитории Weldex:

Главные цели визита – поиск новой продукции и поставщиков

По итогам опроса среди посетителей Weldex 2019, 78% респондентов отметили в качестве причины посещения выставки поиск новых продуктов и услуг; 55% специалистов пришли для того, чтобы познакомиться с новыми для себя поставщиками и найти партнеров среди участников выставки; 51% искал определенные товары и услуги среди предложенного ассортимента.

Большой процент руководителей разных уровней

Weldex посещают как специалисты, напрямую работающие с оборудованием, так и первые лица компаний, принимающие решения о закупках. В 2019 г. долю управляющего персонала, побывавшего на выставке, составили 64% посетителей. 29% от общего числа опрошенных посетителей – руководители отделов/групп, 23% – руководители и учредители компаний, включая индивидуальных предпринимателей, 12% – заместители руководителя компании. 70% гостей выставки принимают решение о закупке оборудования самостоятельно либо имеют влияние на его принятие.

Сварочное оборудование и материалы – лидеры спроса

Наибольший интерес у целевой аудитории Weldex в 2019 г. вызвали разделы оборудования для сварки (82%), материалов для сварки (62%) и оборудования для резки металла (44%). В топ-5

также вошли инструменты и приспособления для сварочных работ (44%) и оборудование для контроля качества сварных соединений (30%). 60% посетителей ищут продукцию для производственных и ремонтных работ на своих предприятиях, 20% – для расширения ассортимента торговых компаний, 20% – для личного и иного использования.

Высокие закупочные бюджеты

21% из числа посетителей, принимающих либо влияющих на решения о закупках, оценили годовой бюджет своей компании для оплаты поставок в более 50 млн руб. О своем намерении совершить покупки по итогам выставки сообщили 78% опрошенных гостей Weldex, среди которых 37% планировали потратить от 1 до 10 млн руб. и более.

Уникальность аудитории

Тематика и наполнение экспозиции Weldex

каждый год привлекает большое число профессионалов сварочной отрасли, многие из которых посещают профильные выставки впервые. В 2019 г. 63% посетителей сообщили о том, что из всех выставок данной тематики выбирают только Weldex.

20-я Юбилейная Международная выставка сварочных материалов, оборудования и технологий Weldex 2021 пройдет с 12 по 15 октября 2021 г. в Москве, МВЦ «Крокус Экспо» (нав. 3, зал 12).

Запланируйте посещение и встречи с лидерами отрасли на Weldex!

Забронировать стенд:

<https://weldex.ru/Zabronirovat-Stend>

Получить билет по промокоду 11111:

<https://weldex.ru/Rus/get-eticket>

● #1366

25-я Юбилейная Международная выставка и Форум «БИОТ 2021»

25-я Юбилейная Международная выставка и Форум «Безопасность и Охрана Труда» (БИОТ-2021) пройдут с 7 по 10 декабря в ЦВК «Экспоцентр», Москва. Выставка и деловой форум БИОТ – крупное мероприятие, организаторами которого выступают Минтруд РФ и Ассоциация разработчиков, изготовителей и поставщиков средств индивидуальной защиты (Ассоциация «СИЗ»).

«Известно, что БИОТ – главное мировое событие области охраны труда и производства СИЗ не только в России, но и в Европе. БИОТ уже вышел за рамки отрасли СИЗ и стал по-настоящему масштабной площадкой для обмена идеями, изучения передового опыта, поиска технологичных способов достичь нулевого травматизма на производстве и повседневной жизнедеятельности человека. После краткого «зачтения» в онлайн-формате, связанного с распространением коронавируса, БИОТ триумфально возвращается в традиционный формат. В этом году возрастут насыщенность, интенсивность происходящих событий, поэтому подготовка уже идет полным ходом. Сегодня культура безопасности пронизывает все сферы деятельности человека. Уверен – предстоящий юбилейный 25-й БИОТ-2021 станет значительным шагом на пути к нашей общей главной миссии – сбережение жизни и здоровья работающего человека.» – Владимир Котов, Президент Ассоциации «СИЗ».

Участники и гости БИОТ-2021:

- руководители крупнейших российских и иностранных компаний;
- руководители федеральных и региональных органов власти;
- собственники бизнеса, руководители компаний-дилеров и дистрибьюторов;
- специалисты по снабжению, закупкам, промбезопасности, охране труда, HR
- главные энергетики, механики, инженеры, технологи и др. специалисты.

Для кого необходим БИОТ?

- для руководителей предприятий и ФОИВ;
- для руководителей и специалистов ОТ, ПБ и по закупкам;
- для руководителей экологии и техносферной безопасности;
- для специалистов HR, медицины и охраны здоровья;
- для производителей и поставщиков СИЗ

Для всех, кому нужна и важна Безопасность!

Основу экспозиции выставки БИОТ 2021 составят тематические Аллеи и Салоны: Аллея обуви, Аллея обувных материалов и оборудования, Аллея прессы, Аллея работы на высоте и в ОЗП, Аллея знаний и HR-технологий, Салон технологий и оборудования для легкой промышленности, Салон инноваций и IT-решений, а также Салон сварочных технологий, оборудования и защитных СИЗ.

Салон сварочных технологий - новинка БИОТ 2021. На нем представят последние технологические новшества в сварочной отрасли, актуальные СИЗ от вредных факторов, воздействующих на работников сварочных производств, разберут реальные кейсы нарушений техники безопасности и условий охраны труда. Организаторы планируют сделать выставку и форум БИОТ открытой площадкой для обсуждения насущных вопросов сферы сварочных работ.

Важность поддержки и популяризации БИОТ обозначена отдельным пунктом в Генеральном приглашении Российской трехсторонней комиссии, определяющим основные направления взаимодействия между правительством РФ, работодателями и работниками, и подписанным 31 марта 2021 г. при участии Президента РФ Владимира Путина.

Более подробная информация имеется на сайте:

www.biot-asiz.ru

● #1367

Р. Рюльман, Б.Е. Патон и яйцо Колумба – за приоритет Н.Н. Бенардоса *

А.Н. Корниенко, д.и.н., к.т.н., ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ (Киев)

Академик АН УССР Даниил Андреевич Дудко был моим шефом - руководителем в аспирантуре и после ее окончания я работал в его Отделе новых физико-технических методов сварки. А в 1966 г. в отделе № 91 ОКТБ была сформирована лаборатория плазменной сварки, и меня назначили руководить внедрением этой технологии. Под № 91 скрывался отдел сварки в ракетостроении, который возглавлял Б.А. Стебловский.

Дудко по характеру был оптимистом, почти никогда не ругался, не расстраивался. Борис Евгеньевич поручал ему вести сложные переговоры с заказчиками. Он занимался работой исследовательского конструкторско-технологического бюро, Опытного завода сварочного оборудования, Экспериментального производства и улаживал споры между отделами и службами всего институтского комплекса. Получив мою записку с резолюцией Патона, Дудко был явно недоволен: «Что за план по Бенардосу? Пока я отсутствовал, Вы тут что-то накрутили. О распоряжении мы уже и забыли. Некий американец что-то написал по истории. Если нужно отвечать, дискутировать, так это дело профессиональных историков. Хренов - биограф Бенардоса. По-моему, он ответил Борису Евгеньевичу и проблему закрыли. Хренов - академик, а кроме него в Москве, в специальном Институте истории науки работает доктор наук Чеканов, биограф Патона (это про Институт истории естествознания и техники, теперь ИИЕТ им. С.И. Вавилова РАН). А вы кто! Зачем влезли? Вы занимались историей? Правда, помню, как в Перми Вы привели в смятение делегатов конференции, посвященной юбилею изобретения Славянова. Заведующие кафедрами, сварщики со всей страны слушают экскурсовода, а Вы докапываетесь, как работает автомат Славянова. Откуда им знать. В какое положение Вы поставили ученых. Что вы молчите?

Шеф знал, что я не имею привычки выкручиваться. В науке для оценки экспериментов и другой работы требуется правдивая информация. Я начал объяснять ситуацию: «Вы знаете мой скверный характер. Так уж получается, что я обязательно влезу, если что-то не так. И часто - совсем некстати, в ущерб себе. Вот и тогда. Вы меня простите, пожалуйста, но я хочу напомнить, что Славянов не изобретал ни автоматической сварки, ни - ручной. Николай Гаврилович разработал полуавтомат с комбинированной подачей электрода. Электрод-стержень подавался со скоростью плавления до тех пор, пока не иссякнет ход соленоида, а потом нужно подкручивать и натягивать пружину. Помните, как в патефоне. И этот

* Из воспоминаний о Б.Е. Патоне

подающий механизм, то есть головка не перемещалась. Висела над ванной. Более того, Славянов говорил, что ручная дуговая сварка плавящимся электродом невозможно. Так что, ручная сварка не имеет никакого отношения к его изобретению».

– Ладно, дело прошлое. Помню, что тогда Вы оправдались тем, что знали этот аппарат с детства, когда каждый выходной бегали в Политехнический музей. Вы жили где-то рядом с Лубянской. Да, на Каланчовке. Вернемся в настоящее. С какой стати Вы прицепились к директору, к президенту? Что, у него без Бенардоса других дел нет? Почему Вы озадачили Бориса Евгеньевича, а рикшетом и меня?

– Что касается Бенардоса, так мне за державу обидно. Какой-то Нуньес, хотя и из Музея технологий знаменитого Смитсоновского института, вмешался в нашу историю. А к директору я не приставал, скорее наоборот. Помните, Вы сбросили на меня консультацию Украинской Советской энциклопедии.

– Хорошо помню. Помню, Бернадский страшно обиделся, когда узнал, что его тезаурус-словарь забраковали и вместо академика Хренова, словарь которого тоже далек от совершенства, консультантом я предложил Вас, а не его.

– Я подготовил статьи для первых томов энциклопедии. Помните, Вы, как и другие выдающиеся, визировали свою биографию. Отдал Борису Евгеньевичу, как члену редколлегии. Все одобрил. Но одно мелкое замечание – в статье «Бенардос» я поставил настоящую дату изобретения сварки. Не ту, что в Большой Советской энциклопедии, как у Хренова - «1882» год, а новую - «1881». А реакция директора была неожиданная. Для меня эта ситуация такая же неожиданная, как и для Вас.

– А доказательства?

– У меня есть список изобретений Бенардоса, написанный им самим, там эта дата. Известны несколько публикаций. В той же Франции, Германии, Англии - там тоже дата - 1881 год.

– Ну, хорошо. Давайте разруливать Ваши предложения. Нужно ответить Борису Евгеньевичу. Первый пункт - анализ изобретений, научное документальное обоснование приоритета, публикации. Вы выполняете сами. В свободное от работы время. Инициатива наказуема. Никто Вам не нужен. Вы у нас среди экспертов по заявкам на изобретения. Методика известна. Собирайте, анализируйте: новизна, существенные признаки, осуществимость, значимость. Не мне Вас учить. Закажем из Франции заявки на патенты Бенардоса и других. Если нужно, подключим наших патентоведов. Дальше - публикация в научных журналах на Западе. Отличная идея, хотя маловероятно,

что вы их убедите. И с какой стати они будут печатать опровержение американской статьи. А что еще Вы предложили Борису Евгеньевичу? Выставка, а лучше музей. Так у нас музея нет даже в институте и в академии. И если помните - нет и Славянову в Перми. Поставить памятные знаки и мемориальные доски. Почтовые марки, фильм, плакаты, пресса. Все эти гуманитарные, пропагандистские вопросы в ведении ученого секретаря. Как раз компенсируем работу, которую отобрали по энциклопедии. Торжественные заседания, конференции - это научно-техническое бюро, работа Бийцева. Подготовьте такую короткую записку Борису Евгеньевичу. Я переговорю с Севой. Пусть подключается. Наверное, никто его так не напугал. Нажили врага. А еще докторскую готовите. О, как раз вспомнил о диссертации. Идите в первый отдел, там прислал свою работу известный Вам главный сварщик. Попрошу и Бориса Стебловского. Посмотрите, что там нужно дорабатывать.

Первый отдел – это подразделение института для работы с секретными материалами. В комнате для специальной работы мне выдали две папки. В одной была машинописная рукопись диссертации, в другой были шиты и пронумерованы первоисточники: секретные постановления, журналы экспериментов и страницы различных документов, в т. ч., и на английском языке. Рукопись я отложил для детального изучения. Первоисточники я не собирался изучать, бегло просматривал и вдруг увидел знакомую фамилию. Отчеты под названием «NASA Technical Memorandum TM-82404 и TM-82532» были подписаны: A.C. Nunes, NASAs Marshall Space Flight Center, Huntsville, Ala. Странное совпадение - документы содержали описание технологии плазменной сварки алюминиевых баков Space Shuttle. Так вот какие бумаги были у заказчика, когда он пытался доказать, что моя технология не годится, не такая, как у американцев! Оказывается, мне противопоставляли технологию Нуньеса! Просто какое-то наваждение, мистика. То ни одного, то сразу два Нуньеса. А может быть один и тот же нарушитель спокойствия. Только статья A.C. Nunes была подана от сотрудника знаменитого Museum of History and Technology. Нуньеса ракетчика я победил – свою технологию внедрил, защитил диссертацию. А теперь нужно побороться и с этим. И особенно интересно, если это один и тот же. Хотя непонятно, как такое может быть - где музей и где НАСА. Интересно бы и здесь разобраться. Интернета - википедии тогда не было. В библиотеке, в американской энциклопедии я нашел статью о Smithsonian institution. Оказалось, что в его составе есть несколько крупных музеев, в т. ч. – Музей космонавтики. Вероятно, специалисты НАСА подрабатывают там консультантами.

О появлении в секретных документах еще одного Нуньеса я рассказал Дудко. Шеф был настойчивым ученым и если перед ним стоял интересная задача он увлекался поиском решения. Узнав, кто персонально мешал нам внедряться в ракетостроение, Даниил Андреевич пересмотрел отношение к заданию Патона и загорелся идеей побороться и

с этим Нуньесом. Он решил вместе с предложениями по увековечению подать директору записку с кратким анализом того, что опубликовано о Бенардосе еще в восьмидесятые годы 19-го века, то есть сразу после изобретения. Сразу дать информацию для принятия решений. На подготовку – одна неделя! Другие работы – отложить.

Борис Евгеньевич на нашу записку среагировал мгновенно. Любовь Григорьевна позвонила уже на следующее утро: «Не задерживайтесь. Тема - Бенардос. В списке Походня, Бернадский, Чвертко, Бийцев, Троицкий». Такой состав означал то, что планы у Патона могли быть даже шире, чем я предлагал. Академик Игорь Константинович Походня был не только руководителем отдела № 10, но и Ученым секретарем отделения - по сути, орудием главного калибра, человеком, который распоряжается финансами. Анатолий Иванович Чвертко – директор исследовательского конструкторско-технологического бюро руководил почти двумя тысячами конструкторов, технологов и производственников. Всеволод Иванович Троицкий руководил крупнейшим в АН УССР отделом научно-технической информации, создал демонстрационный зал института, организовывал экспозиции института на выставках.

Когда мы вошли и расселись за столом совещаний, Борис Евгеньевич у рабочего стола метрах в десяти от нас что-то объяснял по телефону. Не знаю как Походня и Троицкий, но Чвертко точно не знал в чем дело и тихонько спросил у Дудко: «Что за проблема под кодовым названием «Бенардос»? Не родственник ли он генералу Бенардосу, портрет которого есть в Эрмитаже, в зале Героев Отечественной войны 1812 года? Похоже, мы как на совещании в Филях, перед битвой».

Здесь следует пояснить, что в Москве, в вестибюле академической гостиницы висела копия картины А.Д. Кившенко «Военный совет в Филях в 1812 году» – в избе М.И. Кутузов с генералами решали вопрос о судьбе Москвы. Так как все мы много дней проводили в Москве, картину эту знали в деталях. Борис Евгеньевич подошел и, улыбаясь, обратился к смутившемуся директору ОКТБ: «Анатолий Иванович, мне конечно до Кутузова далеко. Правда, академиком и директором можно считать генералами. Во время войны, когда Сталину донесли, что военные недостаточно вежливо относятся к гражданским, он постановил присвоить генеральские звания ученым, конструкторам, директорам. Евгений Оскарович отдался - его и так уважали. А вот Хренов стал генерал-директором тяги. А битва нам предстоит серьезная и для нас непривычная – защита приоритета в изобретении дуговой сварки».

С такого начала совещания я узнал, что у директора не просто хороший слух, а способность говорить с кем-то на одну тему и слушать, понимать другие, посторонние разговоры.

Борис Евгеньевич сразу подчеркнул значение предстоящей работы: «Руководители отделов не ответили на вопрос о приоритете изобретения электросварки. Я не получил никакого предложения,

кроме как: «не обращать на это внимания», «это не наше дело», «все давно прошло». Участие страны в создании техники, особенно тех отраслей, которые решают насущные потребности человечества, является предметом гордости народа. А электрическая и газовая сварка уже с конца прошлого века, привлекли внимание изобретателей, предпринимателей и начали применяться в новых сложных отраслях промышленности. И наша страна не отставала. Но это надо каждый раз доказывать. Со Славяновым вроде бы проблем не возникало. Напротив, Евгений Оскарович взял его изобретение за основу для доказательств нашего приоритета в сварке под флюсом. Я о книге «О первенстве советской науки и техники в области сварки под флюсом». А в 1954 г. мы провели конференцию к его юбилею. К сожалению, на конференцию в 1968 г. в Пермь я не поехал, но наша делегация была». Он посмотрел на Дудко. Тот утверждено кивнул: «Я поздравил от Вас участников конференции, сделал доклад».

Здесь следует отметить, что в 1949 г. Е.О. Патон показал роль идей Н.Г. Славянова и преемственность в создании новых видов дуговой сварки именно отечественными учеными и изобретателями. Еще в нескольких статьях Евгений Оскарович коротко, но аргументированно обосновал недостатки оборудования и технологий дуговой сварки в США, привел примеры заимствования отечественных разработок зарубежными фирмами. Что касается Бенардоса, то о нем писали много в конце 19-го века. А в революцию следы потерялись. Современник изобретателя историк науки А.К. Тимирязев в 1920 г. в «Очерках по истории физики в России» отмечал, что: «Технические изобретения и достижения Бенардоса подробно описаны в литературе, однако никаких данных биографического характера о Бенардосе, кроме того, что он был дворянином, найти не удалось».

В 1920-х гг. Правительство СССР посылает специалистов за границу осваивать новую технику. Молодой инженер-электрик К.К. Хренов стажировался в Германии, где широко применялся способ Бенардоса. По возвращению он работает в Ленинграде. К.К. Хренов, В.П. Никитин и А.Е. Алексеев (в будущем – известные ученые) организовали на заводе «Электрик» производство сварочного генератора СМ-1 и трансформатора СТ-2. В 1925 г. Константина Константиновича переводят в Москву. Здесь продолжается его интенсивная многоплановая работа по организации сварочного производства. Хренов принимает участие в проектировании Московского завода металлических электродов, Московского автогенно-сварочного комбината (где работали также В.П. Никитин и Г.А. Николаев), Всесоюзного научного инженерно-технического общества сварщиков, журналов «Автогенное дело» и «Сварщик», участвует, в открытии кафедры сварки Московского высшего технического университета им. Н.Э. Баумана (тогда Московский механико-машиностроительный институт). По учебным пособиям Хренова в стране за короткий срок были

подготовлены сотни электросварщиков. Хренов преподавал сварку в нескольких вузах. Он впервые в мире создает «мокрую» сварку под водой специальными электродами.

Вопросы о месте и авторе создания электросварки не возникали. Так как секретами дуговой сварки с русскими поделились немцы, то казалось, что создана она в Германии. Времени на чтение очерков Тимирязева у сварщиков не было. Да, впрочем, это мало бы что дало. Нужны были документы.

Историческое неведение было разрушено в конце 1935 г. На кафедре сварки пришел сын Н.Н. Бенардоса и выложил чертежи, газеты, журналы, фотографии, рукописи, из которых вдруг стало ясно, что Бенардос – это российский изобретатель. Немедленно, в ближайшем номере журнала «Автогенное дело» вышла статья К.К. Хренова «Николай Николаевич Бенардос – изобретатель дуговой электросварки». Статья была опубликована под рубрикой «50-летие изобретения дуговой электросварки в России», и тем самым отмечалась дата изобретения – 1885! С этим можно было бы согласиться, поскольку Бенардос подал заявку на привилегию России (патент) 6 июля 1885 г. Но, в той же статье отмечалось, что «Первую большую аккумуляторную батарею изобретенной им системы он устанавливает в Испании, в Барселоне в 1882 г. Очевидно, при монтаже аккумуляторных батарей он изобретает свой способ сварки угольной дугой».

В статье не было почти никакой информации о жизни изобретателя. А фраза «Н.Н. Бенардос - человек иной социальной эпохи, чуждый нам по классу и воспитанию, обладавший в то же время глубоким умом ...» могла стать роковой для детей Бенардоса – тех, кто записал себя в мещанское сословие. Сын изобретателя больше не появлялся. Но так как продолжения статьи о жизни Бенардоса не было, а Россия благодаря ему оказалась «Родиной электросварки», посыпалась масса публикаций. Исследователи домысливали события, назначали разные даты. Материалы, которые принес Николай Николаевич - сын, сдали в Архив Академии наук СССР.

Наиболее противоречивые «сведения» касались жизни изобретателя в 1870–1880-е годы, то есть именно того времени, когда Н.Н. Бенардос создавал новый вид соединения. Но в семье изобретателя среди документов сохранился его рукописный перечень изобретений, в котором за 1881 г. под но-



Рис. 1. Приглашение на торжественное заседание, посвященное «50-летию изобретения Н.Н. Бенардосом дуговой сварки», Москва, 1936 г.

мером 46 записано: «Париж, электрическое паяние металлов – Электрогефест».

Борис Евгеньевич продолжил вводить в курс проблем участников совещания: «Здесь Корниенко дал список статей, в которых пишут, что Электрогефест, то есть дуговую сварку, Бенардос изобрел, точнее, демонстрировал и применил в 1881 году. Журналы 1887-1890 годов, немецкие, английские, французские, американские, российские. Список содержит 10 статей 1887 года: Депп и Михаэлис – Германия, Ривс – США и другие».

Интересно, американец читал эти статьи? Корниенко выписал несколько фраз. «Электрическая сварка является простым, удобным и практичным способом, достойным многочисленных и полезных видов применения электрического тока, и мы должны поздравить господина Бенардоса, который одним поворотом руки сумел превратить лабораторию в целую отрасль промышленности, имеет большое значение как в настоящем, так и в будущем». Еще: «Желаю господину Бенардосу иметь многих последователей, которые могут еще больше усовершенствовать обработку металлов электрическим путем, так как его изобретение – первое, совершенное в технике, успело показать насколько универсальны и просты работы электричеством». Но самое интересное в статье немецкого электротехника Рюльмана из Хемницкого университета в Германии. Он в 1887 г. сфотографировал Бенардоса за сваркой котла. Я ее уже видел, а вот выдержку из его статьи полезно послушать всем. Рюльман пишет: «В чем заключается отличие решение Бенардоса от исследований его предшественников и почему

удалось достичь успехов только тогда, когда исследователи пошли по пути, им указанном? Новым является то обстоятельство, что при методе Бенардоса обрабатываемый металл сам является электродом, и между изделием и углем возникает дуга, которая служит непосредственно для проведения процесса. Чрезвычайно важным является то обстоятельство, что изделие образует отрицательный полюс, а уголь положительный. Сильные восстановительные реакции, которые возникают на отрицательном полюсе, препятствуют окислению металла. Что это обстоятельство действительно очень важно, можно узнать, если поменять полюса. При этом в изделии прогорали отверстия и образовалась масса продуктов окисления, которые окружают дугу плотным слоем, в результате чего становится почти невозможным наблюдать за процессом и регулировать его. Наиболее сложно на практике регулировать, например, силу тока, а следовательно, длину, сечение и температуру дуги. Наличие сильного источника электричества недостаточное для того, чтобы обеспечить успешное завершение процесса. В управлении температурой дуги заключается мастерство изобретателя. Бенардос сознательно использовал особенности процессов в дуге и на электродах при обратной полярности. Ионы углерода, которые переносятся от угольного электрода в сторону ванны, значительно уменьшали окисление элементов, входящих в сталь. Длинная дуга и ее широкий факел играли, помимо прочего, роль защитной атмосферы. Бенардос разработал и специальные средства защиты дуги, предложив вдуть в зону сварки горячие газы, покрывать кромки песком и флюсами для



Рис. 2. Обложка французского журнала с публикацией об изобретении Бенардоса в 1881 г.



Рис. 3. Обложка австрийского журнала с публикацией об изобретении Бенардоса в 1881 г.

пайки. Для стабилизации дуги он применил магнитные поля, создаваемые электромагнитами. Для повышения прочности сварные соединения проковывал».

Я обратил внимание, что некоторые из присутствующих без особого внимания слушают директора, сидят с абстрактными взглядами. Вероятно, это заметил и Борис Евгеньевич. И как опытный оратор, слегка повысил голос и пошутил: «Дальше не буду читать. И так понятно, что Бенардос разобрался в процессе раньше нас. Я шучу. Нам еще есть что изучать. Но самое интересное - это начало статьи Рюльмана. Очень интересное начало, послушайте: «Когда я впервые посетил завод Бенардоса в Петербурге и увидел, как там работают люди, я невольно вспомнил рассказ о яйце Колумба. Что электрическая дуга имеет чрезвычайно высокую температуру многим из нас было известно еще в школе... . Уже давно Сименс, Уолнер и Коулес сообщили миру о своих приспособлениях для наплавки. Многим приходила в голову мысль делать опыты по электропаянию с применением дуги, однако никому не удавалось разрабатывать способ, который имеет практическое значение ...». Вот теперь все смотрели на Бориса Евгеньевича, ожидая объяснений о яйце Колумба. Он сказал: «причту о яйце Колумба хорошо бы напоминать всем тем, кто претендует на новизну или унижает приоритеты. Я слышал о яйце давно. Правда, в связи с Петром Первым, о его способности принимать неожиданно простые решения. Но Рюльман о другом».

Борис Евгеньевич посмотрел на меня: «Вы разобрались?». Я рассказал то, о чем когда-то читал: «Придворные, что завидовали открывателю Америки, говорили, что они могли бы так же поплыть через океан и открыть новую землю. На одном из банкетов адмирал предложил завистникам поставить куриное яйцо на острый кончик. Но сколько ни пытались они это сделать, ничего не получалось. Тогда Колумб слегка ударил яйцо об стол, скорлупа немного смялась, и яйцо осталось стоять на смятом кончике. На возгласы: «Мы тоже так могли бы», Колумб ответил: «Теперь, после меня можете».

Борис Евгеньевич дополнил: «Все правильно. Я знаю, что в Испании, вообще поставили Памятник яйцу Колумба. Но причта относится не только к прошлому. У нас и в институте, и во всей академии сделано достаточно много пионерных изобре-

тений. Их нужно выделять, защищать приоритет и рекламировать».

И тогда, и в дальнейшем, когда я занялся исследованием истории техники, Борис Евгеньевич не раз рассказывал о том, как оценивать изобретения и изобретателей. Свой взгляд на этот вопрос он высказал в интервью корреспонденту газеты «Сегодня»:

«Ценность технологий различается, они имеют разное значение в общей системе техники. Возьмем, к примеру, технологию изготовления пакетов для молока. Нужна ли она? Бесспорно. Важна? Несомненно. Но даже если такой технологии и не было бы, или была бы она не столь удачной, как сейчас, очень серьезного влияния на нашу жизнь это не повлияло бы. Другое дело, например, технология полимеризации, которая лежит в основе получения практически всех современных синтетических материалов. Уровень ее совершенства определяет научно-технический прогресс практически всех отраслей народного хозяйства. Подобные технологии благодаря тому, что в них заложена идея, отличающаяся и глубиной, и широтой, рождают новые технологии, которые оказывают, в свою очередь, важное влияние на целые отрасли производства».

Изобретательство – это творческая работа... . В технике есть объективные критерии, по которым мировая общественность оценивает научно-технические достижения, а по большому счету – и вклад в цивилизацию, отдельных изобретателей, коллективов и государства. Прежде всего, как и требуется от изобретения, таким критерием является решение технической проблемы, обеспечивающее новый положительный эффект при реализации. Это одно из формальных требований, необходимых для получения охранного документа на интеллектуальную собственность – патента, а в СССР таким документом являлось авторское свидетельство. Причём в большинстве стран регистрируются только технические решения, обладающие мировой новизной. Понятно, что каждым признанным таким образом изобретением следует гордиться, причем не только отдельным творцам или коллективам, но и стране в целом».

Борис Евгеньевич предложил доложить на заседании Национального комитета Международного института сварки о работах по защите приоритета и увековечения деятельности Бенардоса. Предложить участвовать во всех мероприятиях. А участникам совещания поручил заняться: В.Н. Бернадскому - гуманитарными проблемами; В.И. Троицкому - выставкой в демонстрационном зале института и экспозицией в Фастове; А.И. Чвертко - выделить в группу Корниенко опытного конструктора для реконструкции по патентам Бенардоса несколько держателей и аппаратов; Ф.Х. Бийцеву - продумать организацию конференций; А.Н. Корниенко - продолжить исследования деятельности Бенардоса, записать в таблицу анализ основных публикаций, отметить разногласия. Особо важную задачу поручил И.К. Походне - найти способы финансирования этих работ.



Рис. 4. Памятник «Яйцо Колумба» в Сан-Антонио-Абад, Ивиса, Испания

● #1368

Сварка и родственные технологии – боевому ракетостроению. Часть 5. Второе поколение МБР – рождение в условиях внешней и внутренней конкурентной борьбы

Л.М. Лобанов, акад. НАНУ, д.т.н., **А.Н. Корниенко**, д.и.н., к.т.н., ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ (Киев)

Информация о полномасштабных испытаниях ракет первого поколения долгое время оставалась под грифом «Совершенно секретно». И это несмотря на то, что уже в то время любые ядерные взрывы обнаруживались и оценивались. 6 сентября 1961 г. с полигона Капустин Яр была проведена операция «Гроза» – пуск Р-12 с атомным боезарядом мощностью 10,5 кт. Ядерный взрыв прогремел на высоте 22,7 км.

Ракета Р-14У могла запускаться как с наземной пусковой установки, так и из шахты. Пуски в январе-феврале 1962 г. показали высокую надежность и хорошую точность попадания. В сентябре 1962 г. по программе операции «Тюльпан» были выполнены пуски ракет с термоядерными зарядами. Для того, чтобы проверить технику на дальность – 3 600 км, запуски провели из стартовых позиций Агинского полигона Забайкальского военного округа в Читинской области по боевым полигонам на Новой Земле. Ракета Р-14 имела дальность больше американских ракет «Тор» (2800 км) и «Юпитер» (3200 км), и могла поражать цели в Европе, Азии, частично в Северной Америке и Африке [1, с. 270].

К концу 1950-х гг. американским коллегам-конкурентам удалось всё же разработать технологии для изготовления ракеты на высококипящих компонентах топлива. Четырехокись азота и аэрозин-50 уже не просачивалась через сварные швы. Межконтинентальная баллистическая ракета (МБР) «Титан-2» со стартовым весом 150 тс могла доставить ядерный заряд большой мощности (10 Мт) на дальность 10,2 тыс. км с точностью 2,5 км. Уже к 1963 г. на боевом дежурстве в шахтных пусковых установках на территории США стояли 54 ракеты, хотя и одной было достаточно, чтобы мгновенно уничтожить Киев и даже Москву. Для поражения одной такой установки, по расчетам советских военных специалистов, требовалось от 4 до 14 МБР Р-16. Днепропетровская Р-16 в 2 раза уступала американской ракете по мощности ядерного заряда и в 4 раза по точности стрельбы (10 км).

8 октября 1960 г. США запустили ракету «Атлас» на дальность 14 500 км. СССР уступал США, как по средствам доставки ядерных боеприпасов, так и по

их количеству. В 1960 г. у нас на стратегических носителях было около 300 термоядерных боеголовок, у американцев 6 000. (В принципе, можно было не волноваться – в сумме и этого было достаточно, чтобы уничтожить все население Земли. И всё же, США надеялись на превентивный удар).

До создания «Титана-2» основной стратегической задачей руководства СССР было интенсивное изготовление МБР, по которым США к началу 1960 г. имели семикратное превосходство. Но теперь возникла необходимость создать мощные ракеты тяжелого и даже сверхтяжелого класса. Такая ракета должна была: нести самый мощный в мире ядерный заряд, разработанный к тому времени в СССР. Ставилась задача значительно увеличить время нахождения в заправленном состоянии и сократить время боевой готовности; существенно повысить живучесть ракетных комплексов; способность преодолевать американскую систему противоракетной обороны.

В ОКБ-1 С.П. Королева проектировалась сверхдальняя трехступенчатая глобальная ракета ГР-1, которая должна была выводить на произвольную околоземную орбиту специальную ступень и через несколько витков ударить по цели. ПРО становилось малоэффективной, потому что направление падения ракеты невозможно было спрогнозировать. Тем не менее, 15 марта 1960 г. Н.С. Хрущев уже похвастался: «Мы можем запускать ракеты не только через Северный полюс, но и в противоположном направлении».

ОКБ-52 В.Н. Челомея, который пользуясь покровительством Хрущева присоединил КБ В.М. Мясищева и С.А. Лавочкина, опытный авиазавод М.В. Хруничева, получил техническую документацию от ОКБ-1 и ОКБ-586, предложило сразу три типа ракет УР-100, УР-200 и УР-500 (обозначение – универсальная ракета, цифры – условная стартовая масса).

ОКБ-586 (КБ «Южное») М.К. Янгеля ещё в конце 1950-х гг. предложило модернизировать свои первые ракеты, обозначив их Р-22, Р-24, Р-26 (первая цифра означала второе поколение ракет, вторая – указывала на преемственность с предыду-

щей аналогичной ракетой). Главным новым их качеством планировалось нахождение в заправленном состоянии до одного года, благодаря ампулизации и новым технологиям, в т.ч. высокое качество сварных швов и тщательный контроль. Конструктивные усовершенствования обеспечивали уменьшение габаритов и стартовых масс. Однако к началу 1960 г. на пяти заводах страны уже разворачивалось массовое производство ракет первого поколения. Выполнялась первая задача – увеличить количество ракет. Модернизация ракет первого поколения была прекращена. Учитывая новые задачи, М.К. Янгель предложил МБР Р-36 [2]. По классификации, принятой в КБ, ракеты 8К67 в баллистическом варианте, 8К69 в орбитальном варианте, и 8К67П относят ко второму поколению МБР стратегического назначения.

Правительство СССР впервые разрешило работать над всеми проектами, чтобы выбрать наилучшие образцы. Так, основные ракетные КБ вступили в соревнование. После тщательного рассмотрения были выбраны 2 проекта. Ракета для противоракетной обороны легкого класса – УР-100 со стартовой массой почти в 3 раза меньшей, чем у ракеты Р-16 и в 1,5 раза менее мощным ядерным зарядом.

16 апреля 1962 г. вышло постановление правительства № 346-160, которым ОКБ-586 поручалось создание тяжелой МБР Р-36. Ракетный комплекс имел 3 модификации, соответствующие 3-м вариантам устанавливаемого на него боевого оснащения: 1. Р-36 (МБР 8К67 – SS-9 Mod 1,2) с головной частью оснащается тяжелым моноблоком; 2. Р-36 орб. (8К69 – SS-9 Mod 3) с орбитальной головной частью, что позволяет доставлять боевой блок (ББ) до цели с орбиты ИСЗ; 3. Р-36П (8К67П – SS-9 Mod 4) с первой в СССР разделяющейся головной частью (РГЧ), которая оснащена тремя ББ, без их индивидуального наведения на цели. Все 3 модификации имели ступени диаметром 3 м.

Маршевые двигатели первой и второй ступени разрабатывались в ОКБ-456 В.П. Глушко, рулевые – в самом ОКБ-586. Все двигатели серий-

но изготавливал завод № 586. Компонентами топлива обеих ступеней выбраны самовоспламеняющийся азотный тетраоксид (окислитель) и несимметричный диметилгидразин (горючее). Автономную систему управления поручено было разработать в ОКБ-692 (харьковское КБ электроприборостроения, В.Г. Сергеев).

Для выполнения новых задач М.К. Янгель провел масштабную реорганизацию ОКБ-586: многочисленные отделы (более 50) объединились в 7 крупных специализированных тематических комплексов. В комплекс 1 – проектный (руководитель В.М. Ковтуненко) вошел отдел 9 – материаловедения и перспективных технологий (руководитель М.А. Ахметшин). Сотрудники ИЭС в основном работали в этом отделе.

Только в начале 1960-х гг. Б.Е. Патон провел десятки совещаний, касающихся проблем, с которыми обратились С.П. Королев, М.К. Янгель, В.Н. Челомей, В.П. Глушко, А.М. Макаров и др.

Примером могут служить некоторые протоколы за 1963–1964 года.

Протокол № 331 от 27.08.1963 г. «Рассмотрение эскизного проекта переделки сварочного трактора ТС-35П для сварки плазменной дугой. Работу по выполнению постановления за № 1200 признать целесообразным разделить на 2 этапа: а) на 1-м этапе выполнить переделку сварочного трактора АДСВ-2 для сварки плазменной дугой с использованием его аппаратного ящика. К выполнению этой работы приступить с 1 сентября с.г.; б) после производственных испытаний АДСВ-2, переделанного на сварку плазменной дугой, приступить к переделке сварочного трактора ТС-35П, согласно рассмотренного эскизного проекта».

Протокол № 344 от 07.09.1963 г. «О ходе работ на заводе «Прогресс». Принять к сведению информацию т.т. Рабкина, Стебловского и Рябова об успешном окончании первого этапа работ и согласовании разработанных рекомендаций по организации п/я 658».

Протокол № 368 от 30.09.63 г. «1. Обязать т. Раевского срочно рассмотреть совместно с т. Стебловским вопрос об усилиях, необходимых для выправления местных неровностей листов при сборке емкостей. 2. Обязать т. Стебловского выехать в командировку с конкретными расчетными данными по п. 1 в организации п/я 1000 и п/я 2 для согласования рекомендаций ИЭС по технологии сборки элементов емкостей».

П/я 1000 – это ЦНИИМаш – основная организация по разработке технологий ракетостроения. Директор Ю.А. Мазжорин глубоко разбирался не только в технике, но и в вопросах развития стратегических ракетных вооружений. Отдел сварки возглавлял В.Н. Крюковский, сотрудничавший с МВТУ им. Н.Э. Баумана, ИЭС им. Е.О. Патона и др. Самая большая лаборатория сварки была на заводе «Прогресс» (Куйбышев, теперь Самара). Глав-



Рис. 1. Б.Е. Патон и М.К. Янгель в президиуме съезда КПУ



Рис. 2. Б.Е. Патон, космонавт В.М. Комаров и академик Б.А. Мовчан в ИЭС им. Е.О. Патона, 18.05.1965 г.

ный сварщик завода Г.Л. Зубриенко и сотрудники отдела активно участвовали во внедрении новейших разработок.

Протокол № 442 от 14.05.1963 г. «1. Командировать 11 ноября с.г. в г. Москву тт. Дудко, Цечалы и Стебловского для участия в совещании по вопросу изготовления емкостей. 2. Обязать т. Рабкина до 10 ноября с.г. направить рекомендации по применению лантанированных электродов для сварки алюминия. 3. Обязать т. Лебедева срочно до 5 ноября с.г. разобраться в вопросе возможности введения постоянной составляющей в сварочную цепь при сварке лантанированными электродами. Обеспечить в ноябре оформление техдокументации на электроды и их доставку на завод «Прогресс»».

Протокол № 475 от 27.11.1963 г. «О ходе работ по сварке изделий на заводе «Прогресс». Выдать руководящие материалы по сварке однофазной дугой на заводе «Прогресс»».

Протокол № 549 от 26.12.1963 г. «О подготовке техдокументации для завода «Прогресс». 1. С МЭЛЗ согласовано изготовление электродов и выпуск ими в 1 кв. специальных ТУ, и что работа по разрешению применению электродов на заводе «Прогресс» выполнена. 2. Принять к сведению заявление т. Рабкина, что на завод «Прогресс» отправлен специальный источник питания, обладающий необходимыми характеристиками».

Протокол № 165 от 01.03.1964 г. «О состоянии работ, проводимых Институтом совместно с заводом «Прогресс» г. Куйбышев. Обязать т. Стебловского оборудовать в отд. № 91 пост полуавторма-



Рис. 3. Б.Е. Патон и А.М. Макаров. Встреча делегация АН УССР в аэропорту г. Днепропетровска, 28 июня 1972 г.

тической сварки алюминия в аргоне для обучения сварщиков отд. № 91 импульсно-дуговой сварке – до 28.03.1964 г.» [3].

Значительное количество работ по герметичности выполнена сотрудниками КБЮ и Южмаш (М.Н. Воронов, О.С. Кузьменок, В.В. Бородин, Л.Г. Чепур, А.Ф. Гриценко, В.А. Андреев, В.И. Москаленко, А.М. Юрковский и др.) вместе с сотрудниками ИЭС (С.И. Кучук-Яценко, В.А. Сахарнов, Б.А. Стебловский, А.Н. Корниенко и др.), к концу 1967 г. были созданы специальные аппараты, разработанная технология импульсной плазменной сварки неповоротных стыковых швов трубопроводов ракетных систем, создана контактно-стыковая сварка шпангоутов и обечаек ракет [4]. Начиная с Р-36, на всех последующих ракетах с жидкостными ракетными двигателями (ЖРД), с целью повышения их надежности и сохранности в заправленном состоянии, разъемные соединения топливных систем были заменены на сварные соединения. Для изготовления топливных баков впервые в отрасли использовали прессованные оребренные панели из сплава АМг-6. Большое значение придавали герметичности топливных баков и коммуникаций. Дело в том, что на американских ракетах «Титан-2» произошло несколько пожаров и взрывов из-за просачивания паров компонентов через поры в материале конструкции ракет.

В учебнике для студентов вузов, обучающихся по специальности «Производство летательных аппаратов» приведены характеристики герметичности топливных систем ракет-носителей с жидкостными двигателями и пути повышения степени герметичности. «Обеспечение герметичности – задача комплексная. Во-первых, необходимо правильное понимание самой проблемы герметичности. Во-вторых, требуется наличие арсенала методов и средств контроля герметичности нужной чувствительности. В-третьих, должен быть особый подход к проектированию конструкций. В-четвертых, необходимы специальные требования к конструкционным материалам и высокий уровень технологии изготовления изделий. Только грамотные решения этих вопросов позволят успешно решить задачу в целом» [5, с. 92].

«В оборонке действовала жесткая система контроля – на каждую изготовленную деталь, конструкцию велся технологический паспорт, где расписывался исполнитель, мастер смены, представитель ОТК и военной приемки. И нужно сказать, что люди чувствовали ответственность – качество работы на режимных предприятиях, особенно ракетном производстве, было достаточно высоким. Однако любая незначительная ошибка, невнимательность, а тем более халатность, там могли стоить очень дорого. Порой малейшее отклонение от технологии имело самые серьезные последствия» [6, с. 434].

Начальник ракетного производства Южмаша Борис Александрович Васильев вспоминал: «Негерметичность в ракетной технике – имеет специфический смысл. Применяемый термин «утеч-



Рис. 4. Контактно-стыковая сварка оболочки топливного бака



Рис. 5. Контактно-стыковая сварка шпангоута топливного бака

«Сварка компонентов» нельзя воспринимать буквально. Малые негерметичности на внешней поверхности металла не оставляли следов, а сквозной капилляр после слива мог перекрыться продуктами взаимодействия с влагой или кислорода воздуха и не быть зафиксированным даже гелиевым течеискателем. Однажды представитель ГУРВО, назначенный председателем комиссии по работе с ракетой для выяснения причин негерметичности, с удивлением сказал: «Все говорят, что изделие потекло. Я думал, что тут надо подставлять ведро. А оказалось, что эту сквозную негерметичность не то, что увидеть, а специальным течеискателем нельзя обнаружить!». В этот критический момент включился наш главный сварщик Бородин, который в данной ситуации незаменимую роль сыграл. Наметили мероприятия и сообща справились с бедой.

Трудно давалось внедрение стыкосварочной машины. Другой такой машины в мире не было, и нет. Когда А.М. Макаров узнал, что можно сделать такую машину, он от Патоновского института не отходил, пока в Пскове не сделали эту машину... – Сварной шов – прочнее основного металла. А алюминий тяжело варится, соединяясь с кислородом, плены, трещины дает. Мы выпускали 18-ю машину (Р-36М2) 7 лет, даже больше, до развала Союза. Около 100 машин в год. У нас ни одного дефекта по сварке не было! Вы можете себе это представить? Не было ни одной течи ни на заводе при испытании, ни на боевом дежурстве. Огромную роль сыграла стыкосварочная машина» [6, с. 300].

Генерал армии Украины, председатель Службы безопасности Украины (1998–2001 гг.) Л.В. Деркач, работавший в 1970–1972 гг. технологом на сборке и сварке пусковых контейнеров и других конструкций пишет: «Технологический процесс сборки был одним из самых трудоёмких, так как он согласовывался не только с КБ, ОТК, но и с военной приемкой. Требования к качеству были очень высокими, и любое отклонение грозило остановкой сборки со всеми вытекающими последствиями. Руководил военной приемкой требовательный офицер, грамотный инженер с символической фамилией – А.Ф. Владыко. В его подчинении были толковые офицеры, которые в совершенстве знали конструктивные принципы работы изделия и требования к нему. Во время утверждения много внимания уделялось согласованию технологических процессов, соответствию их нормативной базе и тактико-техническим характеристикам» [6, с. 425].

И все же сварку приходилось применять вопреки техническим условиям изготовления ответственных деталей. Так, в г. Химки был отработан мощный двигатель нового поколения. Технология производства половины его деталей – отливки, полученные методом плазменно-вакуумного переплава. Шефство над принципиально новой для Южмаша технологией взял сам министр С.А. Афанасьев. Был срочно создан цех точного литья, смонтирована вакуумная печь. Однако, несмотря на усилия металлургов, литейщиков требуемого качества достигнуть не удавалось. Сложнейшие по конфигурации корпусные детали стопроцентно шли в брак. Интересно, что дефекты возникали в разных местах, поэтому какую-либо зависимость установить не удавалось. Сборка нового двигателя остановилась. Под угрозой был выпуск нового аппарата и соответствующие организационные выводы. Наконец, специалисты предложили сваривать корпус из частей отливок, где не было дефектов. Испытания сварного корпуса двигателя на герметичность 600 атмосфер показали, что аргонодуговая сварка обеспечила трехкратный запас прочности.

Новые сложные задачи были успешно решены. При этом в ракете Р-36 были реализованы такие



Рис. 6. Старт ракеты Р-36



Рис. 7. Ракеты Р-36 на параде (г. Москва)

идеи М.К. Янгеля, как ампулизация топливной системы, оснащение ракеты 8К67 комплексом средств преодоления противоракетной обороны, горячий наддув топливных баков. Для эффективного преодоления противоракетной обороны противника на ракете Р-36 впервые в СССР установлен комплекс средств радиотехнической защиты [7, с. 137, 8].

Напряженная работа многотысячного коллектива КБЮ, Южмаша, институтов АН УССР и отраслевых НИИ и КБ, смежных предприятий завершилась изготовлением к лету 1963 г. ракеты Р-36 (8К67). За рекордно короткий срок - 14 месяцев со дня выхода постановления, опытный экземпляр был готов к испытаниям. Но вместо нескольких суток они заняли почти 2 месяца – из-за схемных и конструкторских недоработок систем управления харьковского КБ электроприборостроения.

С сентября 1963 г. по май 1966 г. на полигоне НИИП-5 (Байконур) тщательно проводили летные и конструкторские испытания Р-36; затем, с декабря 1965 г. по май 1968 г. – Р-36 орб.; с августа по декабрь 1968 г. – Р36П: с экспериментальной РГЧ. Было доказано, что дальность МБР серии Р-36 практически неограниченная, а создание разделяющихся головных частей обеспечивало возможность прицельно уничтожить мегаполисы враждебных стран.

5 ноября 1966 г. в г. Ужуре Красноярского края началась постановка на боевое дежурство ракетного полка с ракетами 8К67. Это был головной объект, на котором проходила эксплуатационная отработка всех вновь вводимых систем. Стратегические ракетные комплексы Р-36 с тремя модификациями ракет были приняты на вооружение Ракетных войск стратегического назначения: 8К67 – в июле 1967 г., 8К69 – в ноябре 1968 г.; 8К67П – в октябре 1970 г.

В марте 1965 г. Госкомитет по оборонной технике преобразовали в 2 министерства: Министерство оборонной промышленности и Министерство общего машиностроения (МОМ), в состав которого вошли завод № 586 и ОКБ-586. Министром МОМ был назначен С.А. Афанасьев.

Деньги на вооружение в СССР тратили экономно. В производстве боевых ракетных комплексов участвовали десятки учреждений и предприятий. Атомщики, электронщики, радиотехники, машиностроители, оборонные ведомства представляли свои расчеты на решение конкретных задач в институт «Агат», откуда после ревизии докладывали С.А. Афанасьеву.

Этот эрудированный человек грамотно и четко решал сложные организационные, а часто и технические проблемы ракетостроения. В кабинете, где он проводил коллегию министерства, где докладывали Главные, ведущие конструкторы, директора, где разбирались причины аварий, решалась судьба той или иной идеи висел лозунг: «Кто хочет сделать дело - тот ищет способ. Кто не хочет - ищет причину».

В октябре 1966 г. предприятия оборонно-промышленного комплекса получили новые открытые наименования. Завод № 586 переименован в Южный машиностроительный завод (ЮМЗ), а ОКБ-586 – Конструкторское бюро «Южное» (КБ «Южное»).

В 1972 г. в Москву прибыли президент США Р. Никсон и госсекретарь Г. Киссинджер и попросили подписать соглашение ОСВ-1 и договор о ПРО. Интересно, что в период выдвижения Никсону импичмента (правда, совсем по другим делам) на пресс-конференции он сказал: «Я хотел бы напомнить представителям печати, что в то время (речь шла о начале 1960-х гг.) все специалисты сходились во мнении, что превосходство США над СССР в совокупном ядерном потенциале выражалось в соотношении, по меньшей мере, 4:1, а, может быть, 5:1. Сейчас дело обстоит иначе. Разрыв ликвидирован. Его больше никогда не будет...» [9, с. 91].

Литература.

1. Смирнов Л.В. У истоков ракетостроения. / К 100-летию со дня рождения Л.В. Смирнова. Под общей ред. А.В. Дегтярева / Киев: Спейс Информ, 2016. – 584 с.
2. Корниенко А.Н. М.К. Янгель у истоков ответственного ракетостроения (штрихи к портрету) // Наука и науковедение. - 2011. - № 4. - С. 19-34.
3. Архив ИЭС, Фонд 1, Протоколы совещаний.
4. Корниенко А.Н. Вклад ИЭС им. Е.О. Патона в ракетостроение, в производство конструкций из алюминиевых сплавов // Наука и науковедение. - 2014. - № 2. - С. 89-101.
5. Джур Е.А., Вдовин С.И., Кучма Л.Д. и др. Технология производства космических ракет: Учебник. – Днепропетровск: Изд-во ДГУ, 1992. – 184 с.
6. Макаров – патриарх ракетостроения. Сборник воспоминаний о Гендиректоре Южмаша А.М. Макарове. / Под общей ред. Ю.С. Алексеева / Киев: Спейс Информ, 2016. – 648 с.
7. Платонов В.П. Макаров. Художественно-документ. биография / Днепропетровск: Проспект, 2006. - 304 с.
8. Луговской А.Г. О деятельности Южмаша и КБ «Южное». Из архивов Украины / Совершенно секретно // Наука и науковедение. - 2014. - № 3. - С. 137-142.
9. Никсон Ричард Милхауз: https://usa-info.com.ua/presidents/37_nixon.html. Дата обращения 10.07.2021.

●#1369

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА

Название книги	Цена (руб.)*
В. М. Литвинов, Ю. Н. Лысенко. Кислородная резка и внепечной нагрев в тяжелом машиностроении. 2017. — 368 с.	600
В. И. Лакомский, М. А. Фридман. Плазменно-дуговая сварка углеродных материалов с металлами. 2004. — 196 с.	400
А. Н. Корниенко. История сварки. под ред. акад. Б. Е. Патона. — 2004 г. — 210 с.	700
А. А. Кайдалов. Электронно-лучевая сварка и смежные технологии. Издание 2-е, переработанное и дополненное. 2004. — 260 с.	500
В. Я. Кононенко. Газовая сварка и резка. 2005. — 208 с.	400
С. Н. Жизняков, З. А. Сидлин. Ручная дуговая сварка. Материалы. Оборудование. Технология. 2006. — 368 с.	500
А. Я. Ищенко и др. Алюминий и его сплавы в современных сварных конструкциях. 2006. — 112 с. с илл.	400
П. М. Корольков. Термическая обработка сварных соединений. 3-е изд., перераб. и доп. 2006. — 176 с.	400
А. Е. Анохов, П. М. Корольков. Сварка и термическая обработка в энергетике. 2006. — 320 с.	500
Г. И. Лащенко. Способы дуговой сварки стали плавящимся электродом. 2006. — 384 с.	500
А. А. Кайдалов. Современные технологии термической и дистанционной резки конструкционных материалов. 2007. — 456 с.	500
П. В. Гладкий, Е. Ф. Переpletчиков, И. А. Рябцев. Плазменная наплавка. 2007. — 292 с.	500
** А. Г. Потапьевский. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах. 2007. — 192 с.	500
Г. И. Лащенко, Ю. В. Демченко. Энергосберегающие технологии послесварочной обработки металлоконструкций. 2008. — 168 с.	400
Б. Е. Патон, И. И. Заруба и др. Сварочные источники питания с импульсной стабилизацией горения дуги. 2008. — 248 с.	400
З. А. Сидлин. Производство электродов для ручной дуговой сварки. 2009. — 464 с.	600
В. Н. Радзиевский, Г. Г. Ткаченко. Высокотемпературная вакуумная пайка в компрессоростроении. 2009. — 400 с.	500
В. Н. Корж, Ю. С. Попиль. Обработка металлов водородно-кислородным пламенем. 2010. — 194 с.	400
Нормирование расхода покрытых электродов при ручной дуговой сварке и наплавке. Нормирование расхода сварочных материалов при сварке под флюсом. Справочные пособия. 2008. — 68 – 68 – 40 с.	200
** Г. И. Лащенко. Современные технологии сварочного производства. 2012. — 720 с.	400

* Цены на книги указаны без учета стоимости отправки.

** Продается только в электронной версии.

Тарифы на рекламу в 2021 г.

На внутренних страницах

Площадь	Размер, мм	Стоимость, руб.*
1 полоса	210×295	25000
1/2 полосы	180×125	13000
1/4 полосы	88×125	7000

На страницах основной обложки

Страница	Размер, мм	Стоимость, руб.
1 (первая)	215×185	50000
4 (последняя)	210×295 (после обрезки 205×285)	36000
2		33000
3		30000

(* все цены в руб. с НДС)

Изготовление оригинал-макета

- 10% стоимости рекламной площади

Статья на правах рекламы

- 1 стр. — 13 000 руб.

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 информативных изображений не менее 15 мм. **Файлы принимаются в форматах:** PDF, AI, INDD, TIF, JPG, PSD, EPS, CDR, QXD с прилинкованными изображениями и шрифтами. Изображения должны быть качественными, не менее 300 dpi, цветовая модель CMYK, текст в кривых, если нет шрифтов. Размеры макета должны точно соответствовать указанным редакцией.

Зам. глав. ред., рук. ред., **В. Г. Абрамишвили**, к. ф.-м. н.:
тел./факс: +380 44 200-80-14, моб.: +380 50 413-98-86,
моб.: +380 95 146-06-91

e-mail: welder.kiev@gmail.com

www.welder.stc-paton.com

Подписка-2021 на журнал «Сварщик в России»

Подписной индекс **20994**
в каталоге «Пресса России»

Подписной индекс **E20994**
в каталоге Агентства «Книга-Сервис»

Подписной индекс **K0103**
в каталоге российской прессы
«Почта России» — персональная подписка

На электронную версию журнала можно
подписаться в редакции или на сайте:

www.welder.stc-paton.com