

2 (90) 2021

Журнал выходит 6 раз в год.

Издается с мая 2006 г.

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

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

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

Производственно-технический журнал

СВАРЩИК

№ 2 2021

В РОССИИ

СОДЕРЖАНИЕ

Новости техники и оборудования	4
Технологии сварки титана	
Дуговая сварка титана с применением флюсов. <i>В.Ю. Белоус</i>	6
КПД оборудования для термообработки сварочных электродов	
Система КПД газовых печей для термообработки сварочных электродов. <i>Е.П. Шелепов</i>	11
Технологии ремонта	
Разработка и внедрение энергосберегающих и конкурентоспособных технологий сварки, наплавки, восстановления, нанесения защитных покрытий и специальной электрометаллургии	16
Подготовка кадров	18
Оборудование для производства	
Газокислородные резаки ФЛЦ-РК и ФЛЦ-РКФ для резки прибылей крупного литья. <i>В.М. Литвинов, Ю.Н. Лысенко</i>	20
Выставки и конференции	23
Оборудование для роботизированной сварки	
ООО «НАВКО-ТЕХ» – 20 лет!	25
Роботизированная сварка крыши вагонов метро. <i>Р.А. Горб, В.А. Дорошенко</i>	27
Памяти Б.Е. Патона	
Академик Борис Патон: «...Это как взойти на высокий пик. Начинаешь видеть то, что раньше было недоступно взгляду»	29
Вклад ИЭС им. Е.О. Патона в научно-технический прогресс. Памяти Б.Е. Патона	
Сварка и родственные технологии – боевому ракетостроению. Часть 3. Нарращивание мощности боевых стратегических ракет первого поколения. <i>Л.М. Лобанов, А.Н. Корниенко</i>	34



News of technology and equipment 4

Titanium welding technology

- Arc welding of titanium using fluxes.

V.Yu. Belous 6

Efficiency of equipment for heat treatment of welding electrodes

- System of the efficiency of gas furnaces for heat treatment of welding electrodes.

E.P. Shelepov 11

Repair technology

- Development and implementation of energy-saving and competitive technologies for welding, surfacing, restoration, applying of protective coatings and special electrometallurgy 16

Personnel training 18

Equipment for the production

- Oxy-fuel cutters FLC-RK and FLC-RKF for cutting of large cast profits.

V.M. Litvinov, Yu.N. Lysenko 20

Exhibitions and conferences 23

Equipment for robotic welding

- LLC «NAVCO-TECH» – 20 years! 25
- Robotic welding of the roof of the metro wagons.

R.A. Gorb, V.A. Doroshenko 27

In memory of B.E. Paton

- Academician Boris Paton: «... It's like climbing a high peak. You begin to see what previously was not available to the look» 29

Contribution of the E.O. Paton EWI in scientific and technological progress.

In memory of the B.E. Paton

- Welding and related technologies – for combat rocketry. Part 3. Extension of the power of the combat strategic missile of the first generation.

L.M. Lobanov, A.N. Kornienko 34

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 23.03.2021. Формат 60×84 1/8.

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

Заказ № 1975 от 19.03.2021. 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 **K0103**
в каталоге российской прессы
«Почта России» — персональная подписка

Дуговая сварка титана с применением флюсов.

В.Ю. Белоус

В ИЭС им. Е.О. Патона в 1950-1980 гг. были заложены научные основы разработки флюсов для сварки и плавки титана и титановых сплавов. Разработана технология автоматической сварки титана плавящимся электродом с применением бескислородных флюсов. Разработаны способ аргонодуговой сварки вольфрамовым электродом по слою флюса (TIG-F) и вольфрамовым электродом с применением присадочной титановой порошковой проволокой (TIG-FW). Разработанные способы расширяют технологические возможности дуговой сварки вольфрамовым электродом, обеспечивают высокое качество сварных соединений титана и гарантируют отсутствие пор в сварных швах.

Система КПД газовых печей для термообработки сварочных электродов.

Е.П. Шелепов

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

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

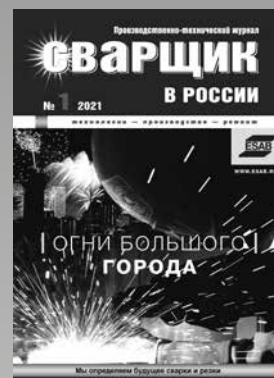
В.М. Литвинов, Ю.Н. Лысенко

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

Роботизированная сварка крыши вагонов метро.

Р.А. Горб, В.А. Дорошенко

Роботизированный комплекс, внедренный ООО «НПФ «Техвагонмаш», предназначен для выполнения сборочно-сварочных работ по изготовлению крыш вагонов метро, является переналаживаемым и обеспечивает сборку для сварки двух моделей крыш. На передвижном портале расположены два робота с осями, которые осуществляют весь комплекс работ по сварке крыши. Роботизированный комплекс обеспечивает: позиционирование и надежную фиксацию каждой детали крыши; свободный доступ к местам сварных швов; возможность сварки электрозаклепками верхнего листа крыши; возможности приварки листов обшивки (при этом прижимные узлы деталей каркаса являются откидными); исключает деформации деталей при перемещении сварщика по листам обшивки со сварочным оборудованием.



Компания ESAB выпустила новый аппарат хобби-класса

Компания ESAB, один из лидеров в области производства оборудования и расходных материалов для сварки и резки, объявила о выходе на российский рынок нового портативного аппарата хобби-класса для ручной дуговой сварки (РДС). Запуск Rogue ET и Rogue ES был запланирован в 1-м квартале 2021 г.

Новинка весит от 6,8 до 8,2 кг и работает от питания 230В. Автоматическая компенсация напряжения даёт возможность работать как от сети, так и от генератора, а рабочий цикл аппарата при 200А составляет 25%, что позволяет ему выполнять сварку толстолистовых материалов.

Сварочный аппарат Rogue подходит для профессионалов и сварщиков-любителей. Он обеспечивает стабильную работу дуги и минимальное разбрызгивание со всеми типами покрытых электродов для РДС и в любом пространственном положении. Регулируемый горячий старт (Hot Start) облегчает поджигание дуги, а управляемое давление дуги (Arc Force) помогает увеличить проплавление и позволяет предотвратить залипание электрода.

Устойчивость работы дуги даёт возможность использовать удлинители и работать в самых удаленных местах без риска ухудшения качества сварного шва. Интерфейс аппарата оснащен большим цифровым дисплеем.

Аппарат Rogue серии PRO оснащён технологией управления коэффициентом мощности (УКМ), защищающей процесс сварки от колебаний параметров питания. А возможность дистанционного управления позволяет отрегулировать настройки тока, не подходя к сварочному аппарату.

Корпус аппарата выполнен из формованного стеклотекстолита, успешно выдерживает удары



в цеху или в полевых условиях. Степень защиты IP23S позволяет выполнять задачи в суровых условиях на открытом воздухе.

Комплектация аппарата Rogue включает: пульт дистанционного управления, держатель электродов Handy 200 А, педаль с разъёмом на 8 контактов, горелки TIG и др.

«Новый аппарат для РДС от ESAB отличается от аналогов для хобби класса производительностью, выносливостью и стабильностью. На российском рынке DIY нет оборудования с такими техническими характеристиками по доступной цене. К примеру, его мощность сравнима с мощностью аппаратов, которые стоят вдвое дороже. Он прекрасно подходит для дачного строительства и авторемонта», — отмечает Алексей Беликов, руководитель направления сварочные материалы ESAB Россия и СНГ.

● #1308

Комплекс дуговой сварки КДС-113

Комплекс дуговой сварки КДС-113 предназначен для сварки кольцевых швов диаметром от 100 до 1100 мм в среде защитных газов неплавящимся электродом с использованием присадочной проволоки. В состав Комплекса входят: колонна, с установленной на ней сварочной головкой, манипулятор и система управления комплексом, включая источник питания сварочной дуги.

Подготовка к сварке Комплекса:

изделие устанавливается и фиксируется на планшайбе манипулятора; при помощи каретки, вертикальных и горизонтального суппортов производится настройка положения горелки относительно стыка по высоте и ширине; производится настройка узла подачи присадочной проволоки; задаются предварительные величины сварочного тока, скорости подачи проволоки и скорости сварки.

Электрооборудование Комплекса расположено в шкафу управления, пульте управления и блоке индикации. К электрооборудованию относится также источник питания сварочного тока.

Управление Комплексом осуществляется с пульта управления и источника сварочного тока.

Система управления обеспечивает:

- работу в автоматическом и наладочном режимах;
- плавное регулирование: сварочного тока, скорости сварки,
- скорости подачи присадочной проволоки;
- прекращение процесса сварки при любом нарушении технологии и неисправностях оборудования (обрыв дуги и т.д.);
- в автоматическом режиме: включение и выключение цикла сварки;
- в наладочном режиме: работу всех электродвигательных приводов,
- регулирование тока, скорости подачи проволоки и скорости сварки.



www.npfets.ru

● #1309

Технология ESAB повысила производительность сварочного производства на 600%

Европейский производитель автоподъемников увеличил эффективность сварочного процесса на 600 % после установки машины для ротационной сварки (FSW) компании ESAB, одного из лидеров в области производства оборудования и расходных материалов для сварки и резки.

В 2011 г. компания поставила перед собой цель выйти на новый уровень по производству подъемников с большим рабочим радиусом и грузоподъемностью. В результате реализации проекта удалось увеличить скорость сварки до 6 м/мин, при этом, классический MIG/MAG процесс, обеспечивал максимальную скорость до 1,5 м/мин.

Сварка трением с перемешиванием (FSW) получила широкое применение для соединения алюминиевых сплавов и сплавов на основе меди. FSW широко используется в аэрокосмической, судостроительной, автотранспортной отраслях промышленности, в мостостроении. Компания ESAB ведет работы по возможности применения технологии и для сварки стальных изделий.

FSW процесс не требует сварочных материалов и защитных газов. Он является высокоэнергоэффективным и позволяет производить сварку с почти полным отсутствием деформаций. При этом один инструмент для FSW установки дает возможность произвести до 2 000 м сварного шва.

Установка FSW компании ESAB позволила наладить производство более легких и прочных подъемников, благодаря чему компания-заказчик смогла расширить ассортимент продукции с более длинными стрелами и увеличенной грузоподъемностью. Установленная в 2019 г. 2-я машина FSW, а также



модернизация системы управления 1-й машины, снизили трудозатраты, т.к. теперь оператор работает одновременно на 2-х установках.

Использование технологии ротационной сварки FSW повысило качество и стабильность процесса изготовления металлоконструкций и существенно снизило объем ремонта сварных швов.

«Сварка трением с перемешиванием идеально подходит для работы со сплавами на основе алюминия, однако тут есть свои особенности, которые нужно учитывать при проектировке оборудования. К каждому проекту мы подходим индивидуально: берем во внимание габариты продукции, учитываем толщину, тип сплава, расположение швов и др. От этого зависит характеристика установки и инструмент к ней. В итоге клиент получает решение, идеально подходящее под его потребности и дающее оптимальный результат – существенное увеличение производительности и повышение качества изготавливаемой продукции», – комментирует Максим Пономарев, руководитель отдела автоматического оборудования компании ESAB.

● #1310

Кемppi представляет новую горелку для сварки MIG с удалением испарений

Кемppi предлагает две новые серии сварочных горелок Flexlite MIG, которые обеспечивают лучшую безопасность в работе сварщиков. Благодаря функции удаления испарений горелок Flexlite GF показатели сварки могут достичь нового уровня в отношении безопасности. Линейка продуктов Flexlite GC с коаксиальным кабелем и эргономичной рукояткой Кемppi будет хорошим выбором для сварщиков, работающих с MIG/MAG сварочными горелками.

Улучшенная конструкция, повышенное качество сварки. Снижение утомляемости хорошо сказывается на качестве и эффективности работы сварщика, поскольку 20% рабочего времени он держит горелку в руке. Поэтому компания Кемppi потратила много усилий на разработку эргономичных сварочных горелок Flexlite GF и GC MIG. Рукоятка сварочной горелки Flexlite GF имеет анатомическую форму и обеспечивает сбалансированное распределение веса, благодаря чему снижается нагрузка на запястье, а сварщик может сосредоточиться на создании безупречных швов. Горелки Flexlite GC оснащаются гибким коаксиальным кабелем, и на них можно устанавливать съемную рукоятку пистолетного типа, которая повышает эргономические качества. Еще одной ча-

стью горелки GC является вращаемая шейка, которая облегчает доступ при работе со сложными деталями.

Самые эффективные горелки с удалением испарений для MIG-сварки. Средства защиты органов дыхания, основанные на принципе избыточного давления, являются эффективным методом предотвращения развития профессиональных заболеваний. Учитывая это, компания Кемppi начала производство новой линейки сварочных горелок Flexlite GF MIG, которые гарантируют эффективное удаление испарений и безупречное качество сварки. Горелка Flexlite GF с удалением испарений для сварки MIG собирает сварочные испарения сразу же после их образования и до того, как они попадут в зону дыхания сварщика. И поскольку сварочные испарения собираются прямо на сопле горелки, безопасность на рабочем месте повышается для всех. Все модели горелок Кемppi с удалением сварочных испарений проходят испытания на соответствие новому стандарту ISO 21904-3, и Кемppi стала одной из первых компаний, подтвердивших выполнение этого стандарта.

www.kemppi.com/ru

● #1311

Дуговая сварка титана с применением флюсов

В.Ю. Белоус, канд. техн. наук, ИЭС им. Е.О. Патона (Киев)

Титан – химически активный металл. При комнатных температурах его поверхность покрыта оксидной пленкой, что придает ему высокую коррозионную стойкость. При сварке плавлением оксидная пленка разрушается и титан активно поглощает кислород и азот из окружающей среды, что приводит к падению пластичности металла шва и увеличению прочности. Качество сварных соединений титана и титановых сплавов определяется, прежде всего, надежностью защиты от окисления зоны сварки, остывающего металла шва и зоны термического влияния. В настоящее время титан и его сплавы можно сваривать практически всеми видами дуговой сварки плавлением, за исключением сварки покрытыми электродами. Однако, самыми распространенными способами сварки титана и его сплавов, в настоящее время, являются сварка вольфрамовым электродом в среде инертных газов и электронно-лучевая сварка.

Сварка плавящимся электродом под флюсом, занимающая по объемам и масштабам промышленного применения одно из ведущих мест в современной промышленности, также может применяться для титана и его сплавов. Существенная особенность этого метода сварки – это наличие оболочки расплавленного флюса, покрывающего зону сварки и защищающего ее от вредного влияния газов атмосферы. При этом происходит взаимодействие металла и расплавленного флюса – шлака и протекают металлургические реакции, которые могут привести к обогащению шва примесями. Как известно, флюсы, применяющиеся для сварки сталей, обладают по отношению к железу различными окислительными свойствами. Исследования, проведенные в 1950-х гг. в нашей стране и за рубежом, показали, что при сварке титана даже под низкокремнистыми, условно называемыми основными, флюсами, обладающими наименьшей окислительной способностью, происходит интенсивное насыщение металла шва кислородом, вследствие чего соединение получается хрупким [1].

В результате, в начальный период промышленного применения титана как конструкционного материала, некоторые зарубежные исследователи отрицали даже принципиальную возможность использования для титана сварки под флюсом, поскольку в то время считалось что любой материал будет реагировать с титаном и загрязнять его [2].

Широкие исследования, проведенные в ИЭС им. Е.О. Патона под руководством профессора

С.М. Гуревича, позволили опровергнуть это ошибочное мнение. Была доказана возможность сварки титана под специальными тугоплавкими флюсами, сформулированы требования к флюсам для сварки титана, разработаны принципы построения и созданы новые системы бескислородных галоидных флюсов [3].

Анализ металлургических особенностей сварки титана позволил сформулировать особые требования, которым должны удовлетворять созданные системы флюсов. Главное из них, – это полное отсутствие в составе оксидов. Наличие во флюсе даже таких стойких оксидов, как Al_2O_3 , ZrO_2 и даже TiO_2 , не исключает окисления металла шва (рис. 1). Только полное удаление из флюса оксидов обеспечивает в наплавленном металле содержание кислорода менее 0,1 %. С целью обеспечения максимальной чистоты флюсов, в первую очередь по содержанию оксидов, для их изготовления допускается применение только химически чистых реактивов и не допускается применение минералов и технических чистых компонентов.

Термодинамические расчеты, исследования шлаковой корки и наплавленного металла позволили сформулировать требования к флюсам для сварки титановых сплавов:

- флюс не должен загрязнять металл шва вредными примесями – кислородом, азотом, водородом и др.;
- в составе флюса желательно иметь максимальное количество фторидов и минимальное – хлоридов, чтобы флюс наиболее полно взаимодействовал с титаном и его оксидами;
- в качестве компонентов флюса больше всего подходят фториды, обладающие наибольшей способностью реагировать с оксидами титана.
- флюс должен обладать высокой температурой кипения и плотностью ниже плотности жидкого титана;

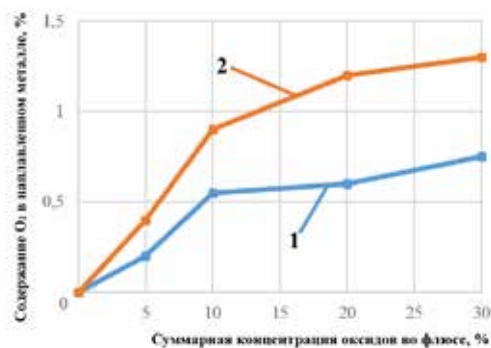


Рис. 1. Содержание кислорода в наплавленном слое в зависимости от концентрации некоторых оксидов во флюсе: 1 - Al_2O_3 ; 2 - SiO_2

- флюс должен обеспечивать удовлетворительное качество формирования швов и легко удаляться с его поверхности.

Бескислородные флюсы для сварки титана и его сплавов, отвечающие указанным требованиям, можно создать, применяя в качестве компонентов фториды и хлориды щелочных и щелочноземельных металлов.

Первые положительные результаты были получены при использовании в качестве основы флюса компонента - CaF_2 . Важное свойство этого тугоплавкого фторида – его способность интенсивно взаимодействовать с водяным паром с образованием фтористого водорода. Термодинамические расчеты показывают возможность протекания реакции между CaF_2 и водяным паром при температурах выше 2000°C . Возможность удаления абсорбированной влаги из зоны сварки и благодаря этому защиты металла шва от насыщения водородом и кислородом является важной особенностью сварки титана под флюсом на основе CaF_2 , это одна из причин полного отсутствия пористости в швах, выполненных плавящимся электродом под фторидными флюсами.

На основе исследований, проведенных в ИЭС им. Е.О. Патона, разработан ряд бескислородных галогенидных флюсов серии АНТ, такие как АНТ-1, АНТ-3, АНТ-7, предназначенных для сварки плавящимся электродом титана и его сплавов [3, 5]. Созданные флюсы в процессе сварки изолируют ванну расплавленного металла и остывающие участки шва и ЗТВ от вредного контакта с газами воздуха, о чем свидетельствуют результаты анализа содержания газов в металле шва технического титана (табл. 1). Чтобы содержание примесей в металле шва было на уровне их концентрации в ОМ, необходимо применять флюс с содержанием влаги не более 0,05 %. Гранулометрический состав флюса от 0,3 до 1,5 мм. Исследования показали, что в швах, выполненных плавящимся электродом под флюсом, абсолютно отсутствуют поры и микропоры. Также эти швы свободны от шлаковых включений, трещин и дефектов, связанных с нарушением газовой защиты.

Технологические свойства флюсов серии АНТ, предназначенных для автоматической сварки титана плавящимся электродом (стабильность процес-

са, формирование шва и др.), во многом зависят от чистоты CaF_2 . Установлено, что причиной ухудшения свойств флюса является содержание во флюсе CaO , количество которого не должно превышать 0,5 %. С целью обеспечения максимальной чистоты флюсов, в первую очередь по содержанию оксидов, для их изготовления используются химически чистые реактивы, не допускается применение минералов и технически чистых компонентов.

Технология автоматической сварки титана плавящимся электродом под бескислородными флюсами разработана в ИЭС им. Е.О. Патона под руководством профессора С.М. Гуревича [7]. Этим способом сварки на титане можно выполнять все основные типы швов: стыковые, угловые, тавровые, нахлесточные при толщине соединяемых элементов от 3 до 40 мм. Особенность автоматической сварки титана под флюсом это необходимость выполнения процесса при минимально допустимом расстоянии между поверхностью свариваемого металла и нижней точкой мундштука – сухом вылете электродной проволоки. Это обусловлено тем, что титан обладает высоким удельным электросопротивлением и установка сухого вылета, такого же как для стальной проволоки, приводит к чрезмерному разогреву титановой электродной проволоки, насыщению ее вредными газовыми примесями, нарушению стабильности процесса сварки и, как следствие, к ухудшению механических свойств и качества формирования шва. Сварка производится на постоянном токе обратной полярности. Сварка на прямой полярности или переменном токе резко ухудшает качество формирования шва. Применяемые сварочные проволоки диаметром 2,5; 3,0; 4,0 и 5 мм. Применение проволок большего диаметра затруднено вследствие их повышенной жесткости. Для сварки технического титана ВТ1-00 и ВТ1-0 и низколегированных сплавов ОТ4, ОТ4-0, ОТ4-1, ВТ5, ВТ5-1, 4200 рекомендована сварочная проволока марки ВТ1-00св. Для сварки высокопрочного псевдо- α сплава ВТ20 рекомендована проволока ВТ20св. Для сварки двухфазных средне- и высоколегированных ($\alpha+\beta$)-сплавов (например, ВТ6С, ВТ14, ВТ23 и др.) следует применять проволоки марок ВТ6св, СПТ2, СП15. Сварку сплавов, применяемых в судостроении, таких как ПТ-3В, ПТ-7М рекомендуется выполнять проволокой 2Всв.

Сварку продольных швов на металле небольшой толщины (3 – 6 мм), а также многослойные швы на металле средней толщины рекомендуется выполнять на малых токах под флюсом АНТ-1. Для сварки кольцевых швов малой толщины на титане и всех однопроходных швов средней толщины применяется флюс АНТ-3. Флюсы АНТ-5 и АНТ-7 предназначены для соединения металла больших толщин при сварке на токах, превышающих 700 А.

Сравнение результатов испытаний металла швов, выполненных автоматической сваркой под флюсом и

Таблица 1. Содержание основных примесей в сварных швах титана ВТ1-00, выполненных под флюсом АНТ-1

Толщина металла, мм Тип образцов	Содержание, %			
	N_2	O_2	H_2	C
2,0 Основной металл	0,029	0,085	0,008	0,07
2,0 Металл шва	0,025	0,085	0,007	0,05
4,5 Основной металл	0,037	0,078	0,004	0,06
4,5 Металл шва	0,030	0,077	0,005	0,04

неплавящимся вольфрамовым электродом в камере с атмосферой аргона, показало, что прочностные и пластические характеристики в обоих случаях практически равнозначны. Однако вязкость швов, сваренных под флюсом, хотя и находится на достаточно высоком уровне, уступает аналогичным показателям швов, выполненных вольфрамовым электродом в аргоне. Так ударная вязкость КСЧ металла шва сплава ВТ5-1, сваренного автоматической сваркой под флюсом, составляет 48 Дж/см², при этом металл шва сплава ВТ5-1, выполненный сваркой вольфрамовым электродом в среде аргона, имеет ударную вязкость КСЧ = 62 Дж/см², что позволило сделать вывод о поглощении металлом шва какого-то количества азота и кислорода при сварке под флюсом.

Поэтому для сварки конструкций особо ответственного назначения был разработан комбинированный флюсогазовый способ защиты сварочной ванны в процессе автоматической сварки плавящимся электродом [8]. Сущность его заключается в том, что в бункере специальной конструкции при подаче флюса в зону сварки производится продувка флюса аргоном. В результате вытеснения воздуха, находящегося между гранулами флюса, аргоном полностью исключается попадание азота и кислорода в сварочную ванну. Механические свойства металла шва, выполненного плавящимся электродом с флюсогазовой защитой и сваренного вольфрамовым электродом в камере с инертной атмосферой аргона, были одинаковы (табл. 2). Расход аргона, необходимого для продувки флюса в бункере, составляет 3 – 4 л/мин.

Стыковые соединения титана толщиной до 10 мм можно успешно сваривать с одной стороны. Стыковые соединения толщиной 10 - 16 мм целесообразно выполнять двухсторонней сваркой на медной водоохлаждаемой подкладке с защитой инертным газом обратной стороны стыка. Для наилучшего проплавления стыка и качества формирования шва на свариваемых кромках целесообразно выполнять Х-образную разделку, при этом наиболее технологичной является разделка кромок с углом раскрытия, равным 90°, в этом случае обеспечивается высокая стабильность процесса сварки, хорошая отделимость шлаковой корки, а также увеличивается глубина проплавления. Величина сварочного тока при сварке под флюсом может составлять от 400 до 640 А (рис. 2).

Автоматическую сварку под флюсом титановых изделий толщиной свыше 16 – 18 мм выполня-

Таблица 2. Механические свойства сварных соединений (ВТ1-0), выполненных с флюсогазовой защитой и с защитой в камере с контролируемой атмосферой

Способ защиты сварочной ванны	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ , %	ψ , %	a_K , Дж/см ²
Флюсогазовая	315	407	28,6	61,3	83
Инертным газом	310	402	30,2	62,8	81

ют в разделку кромок путем наложения нескольких слоев. Перед сваркой каждого последующего слоя необходимо тщательно зачищать поверхность предыдущего шва.

При стыковой сварке соединений защиту обратной стороны лучше выполнять с помощью медной водоохлаждаемой подкладки с подачей инертного газа – аргона. Возможен вариант с применением для защиты обратной стороны соединения - флюсовой подушки. При сварке с применением флюсовой подушки необходимо надежно прижимать флюсовую подушку к обратной стороне детали. В этом случае цвет поверхности металла обратной стороны будет блестящим без цветов побежалости.

Следует отметить, что в промышленности начинают применять так называемые экономнолегированные титановые сплавы. Они созданы для того, чтобы снизить стоимость готовых титановых изделий. Для сварки конструкций из экономнолегированных титановых сплавов целесообразно применять и недорогие, но распространенные способы сварки, например, сварки плавящимся электродом под флюсом. С этой точки зрения хорошо известный метод сварки титановых материалов – автоматическая сварка под флюсом вновь становится актуальным.

Создание сварочных материалов для дуговой сварки под флюсом титана послужило также основой для разработки флюсов и технологии электрошлаковой сварки и плавки титана [6]. Для реализации этого способа сварки разработаны такие флюсы как АНТ2, АНТ4.

Применение флюсов позволило расширить технологические возможности такого известного метода сварки как сварка вольфрамовым электродом в среде инертных газов. Из дуговых способов сварки титана этот метод исторически является самым первым и при этом остается самым распространенным на сегодняшний день. Как показал опыт практического применения автоматической сварки титана плавящимся электродом под бескислородными флюсами, выполненные швы отличаются высокой плотностью и абсолютным отсутствием пор. На

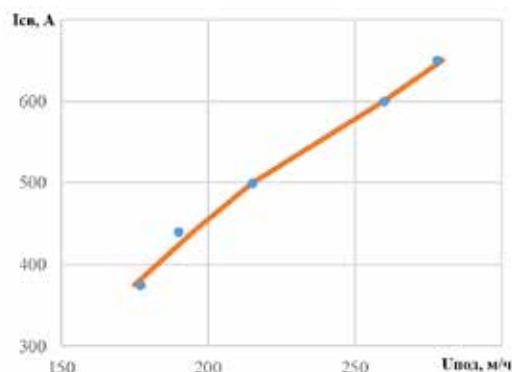


Рис. 2. Зависимость величины сварочного тока от скорости подачи электродной проволоки при автоматической сварке под флюсом титана

это обратили внимание авторы [9, 10], изучавшие методы борьбы с пористостью, возникающей при АДС титана вольфрамовым электродом. Они экспериментально показали, что положительное влияние фторидов на плотность швов сохраняется и при сварке в инертной атмосфере по слою флюса небольшой толщины. Так, впервые для АДС титана вольфрамовым электродом появился радикальный способ предупреждения пористости швов металлургическим путем – сварка с активирующим реагентом CaF_2 . Этот метод сварки и в настоящее время рекомендован для дуговой сварки вольфрамовым электродом титановых трубопроводов высокого давления из сплава ПТ7М.

Существует также технологический прием для сварщиков, заключающийся в следующем: в случае, когда по рентгеновскому снимку обнаружена пора, на дефектный участок наносится флюс и вновь зажигается дуга. Повторная рентгенограмма часто показывает отсутствие пор под участком, находящимся под шлаком.

Известно, что пористость является основным типом металлургических дефектов сварных соединений титановых сплавов, выполненных как дуговыми, так и лучевыми методами сварки. Наличие пор в швах мало влияет на свойства сварных соединений при статических нагрузках, но существенно снижает их работоспособность в условиях динамических нагрузок, резко уменьшая предел усталости. Образующиеся в сварном шве дефекты в виде пор существенно снижают сопротивление усталости сварных соединений. Применение же галогенидных флюсов позволяет полностью предотвратить образование пор в швах.

Кроме того, исследования показали, что галогениды щелочных и щелочноземельных металлов при попадании в зону дуги помогают контролировать дугу и изменяют характер проплавления металла и формирования швов. При движении дуги вдоль стыка в момент ее перехода с поверхности металла, не покрытой флюсом, на слой галогенида визуально отмечается сжатие дуги и изменение ее цвета, дуга погружается в глубь металла; ширина шва уменьшается, а глубина провара металла увеличивается (рис. 3). На рис. 3 показан наглядный пример уменьшения ширины шва и увеличения глубины провара при переходе дуги с чистой поверхности титана – на поверхность, покрытую тонким слоем флюса.

В ИЭС им. Е.О. Патона были проведены детальные исследования влияния на процесс сварки вольфрамовым электродом фторидов щелочных и щелочноземельных металлов, таких как: CaF_2 , LiF , SrF_2 , BaF_2 , KF , RbF , CsF , NaF , MgF_2 и др., исследованы двойные и тройные фторидные системы, и в результате разработаны флюсы АНТ-17, АНТ-23 и АНТ-25, предназначенные для автоматической аргонодуговой сварки титана вольфрамовым электродом по слою флюса.

Способ аргонодуговой сварки титана вольфрамовым электродом по слою флюса носит наименование TIG-F [1, 11, 12]. В ряде источников он также именуется как А-TIG. В данном случае защитная роль флюса второстепенна. Его главная функция – повышение технологических возможностей дуги и предотвращение пористости. Отсутствие пористости, глубокое проплавление металла, узкие швы, небольшая протяженность ЗТВ, относительно низкая погонная энергия – вот перечень основных преимуществ процесса сварки TIG-F. Добавление флюса приводит к связыванию водорода в нерастворимые в титане соединения, к изменению пространственных характеристик и электрических параметров дуги. При сварке по флюсу происходит сжатие столба дуги и увеличение плотности тока на аноде. Это в свою очередь уменьшает ширину шва и увеличивает глубину проплавления металла [12, 13].

Процесс сварки по слою флюса производится на обычном оборудовании для сварки титана вольфрамовым электродом и осуществляется обычными горелками для TIG-сварки. Существенной сложностью этого процесса является необходимость нанести ровный слой флюса, толщиной до 0,5 мм (рис. 4). От толщины флюса зависит равномерность проплавления металла, а сам процесс нанесения является дополнительной технологической операцией и требует опыта.

Флюс АНТ-23 предназначен для сварки листов толщиной 0,8 - 3 мм, флюс АНТ-25 разработан для сварки листов толщиной 3 - 6 мм за один проход без разделки кромок. Малый объем сварочной ванны позволяет применить однопроводную автоматическую сварку по флюсу АНТ-25 для соединения металла толщиной до 6 мм на вертикальной плоскости. Положительный эффект от применения флюса АНТ-25, выражающийся в снижении погонной энергии, сохраняется и при сварке металла толщиной до 8 – 10 мм.

Следует отметить, что после сварки на поверхности шва остается слой затвердевшего шлака, удаление его должно производиться так же, как и после сварки

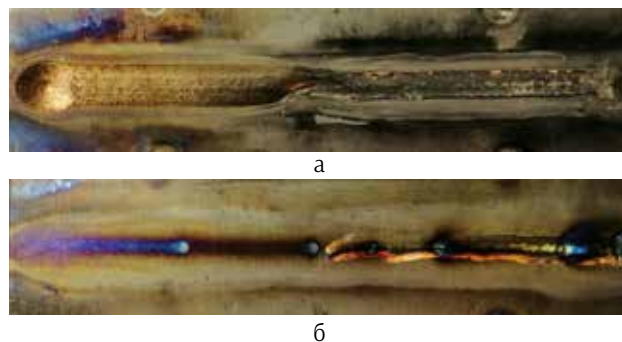


Рис. 3. Фото лицевой и корневой стороны шва после сварки по слою флюса вольфрамовым электродом, справа – участок, предварительно покрытый флюсом, слева – участок чистого титана: а – лицевая сторона; б – корневая сторона



Рис. 4. Образец титанового сплава, собранный под сварку вольфрамовым электродом с нанесенным флюсом АНТ25 по флюсу. Это дополнительная технологическая операция, которая затрудняет применение порошковой проволоки для выполнения многослойных швов или выполнения корневого прохода в U-образную разделку. Поскольку флюс содержит фториды, высказывались сомнения в коррозионной стойкости сварных швов. Проведенные исследования сварных швов титановых сплавов по стойкости коррозии в различных средах показали, что коррозионная стойкость швов, выполненных с применением флюсов, аналогична стойкости швов, выполненных без применения флюсов. Флюсы были допущены к применению в авиационных конструкциях.

Применение сварки вольфрамовым электродом в среде инертных газов по слою флюса оправдано при изготовлении ответственных конструкций, к которым предъявляются жесткие требования по пористости и показателям усталостной прочности.

На основании приведенного выше можно сделать следующие выводы.

1. В ИЭС им. Е.О. Патона разработана серия бескислородных флюсов для сварки титана и сплавов на его основе, и технология сварки плавлением титана плавящимся электродом с использованием разработанных флюсов.

2. Разработанные флюсы и метод сварки титана вольфрамовым электродом по слою флюса, TIG-F, расширяют технологические возможности сварки вольфрамовым электродом, обеспечивают увеличенную проплавляющую способность дуги, отсутствие пор в сварных швах и высокое качество получаемых соединений.

Литература

1. Гуревич С.М., Замков В.Н., Блащук В.Е. и др. Металлургия и технология сварки титана и его сплавов. - Киев: Наукова думка, 1986. - 240 с.
2. Hoefer H.W. Fusion welding of titanium in jet engine applications. // Hawker-Siddley Techn. Journal. - 1958. - v. 1. - № 1. - P. 61-64.
3. Гуревич С.М. Флюсы для автоматической сварки титановых сплавов. // Авиационная промышленность. - 1961. - № 5. - С. 55-59.
4. Гуревич С.М. Вопросы металлургии сварки титана. / В книге: Титан и его сплавы / Изд. АН СССР,

1960. - Вып. 3. - С. 127-132.

5. Гуревич С.М. Сварка титана под флюсом. // Авиационная промышленность. - 1957. - № 4. - С. 13-16.

6. Гуревич С.М. Дидковский В.П. Технология электрошлаковой сварки поковок из титановых сплавов. / в сб.: Новые сварочные процессы / - М.: Машиностроение, 1960. - С. 187-191.

7. Гуревич С.М. Технология сварки деталей из титана и его сплавов. / в сб.: передовой научно-технический и производственный опыт / Киев: Изд. АН СССР, 1958. - Сб. 1. - С. 18-25.

8. Гуревич С.М. Некоторые особенности сварки титана под флюсом. // Автоматическая сварка. - 1957. - № 5. - С. 38-48.

9. Тимошенко А.Н., Пиджарый А.Ф. Бессонов А.С. Способ аргонодуговой сварки титановых сплавов. / А.с. 183303 (СССР) / - Опубликовано в Б.И., № 3.

10. Маслюков О.А. Борьба с пористостью при аргонодуговой сварке титановых и других металлов и сплавов. / Тезисы докладов всесоюзного совещания по сварке плавлением металлов малых толщин. - Киев: Изд. Координационного Совета по сварке ИЭС им. Е.О. Патона, 1965. - С. 49-53.

11. Zamkov V.N., Akhonin S.V. New methods for welding titanium and manufacture of unique large-sized titanium semi-finished products. // The Paton Welding Journal. - 2001. - № 9. - P. 33-39.

12. Paton B.E., Zamkov V.N., Prilutsky V.P. et al. Contraction of the welding arc caused by the flux in tungsten-electrode argon-arc welding. // The Paton Welding Journal. - 2000. - № 1. - P. 5-11.

13. Prilutsky V.P., Yeroshenko L.E., Zamkov V.N. Distribution of Vapours of Metals and Welding Consumables in Arc During TIG Welding. / Book of Proceedings. The ASM International European Conference on Welding and Joining Science and Technology, 10-12 March 1997, Madrid.

14. Zamkov V.N., Prilutsky V.P., Topolsky V.F. Consumables and Methods of for Welding Titanium for Aerospace Engineering Application. // Journal of Advanced Materials. - July 2000. - v. 32. - № 3. - P. 57-61.

15. Paton B.E., Zamkov V.N., Prilutsky V.P. Le soudage A-TIG du titane et de ses alliages. // Soudage et techniques connexes. - 1998. - vol. 52-n. - P. 11-12.

16. Прилуцкий В.П., Ахонин С.В. Сварка титановых сплавов вольфрамовым электродом в аргоне с применением флюсов. / Труды Межд. конф. «Титан-2007 в СНГ». - Ялта, 15-18 апреля 2007 г. - С. 441-448.

17. Prilutsky V.P., Akhonin S.V. TIG welding of titanium alloys using fluxes. // Weld World. - 2014. - v. 58. - P. 245-251.

● #1312

Система КПД газовых печей для термообработки сварочных электродов

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Таблица 1. Тепловые балансы

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

вращения: пара, образовавшегося при горении, содержащаяся в природном газе и в воздухе, соответственно, кДж/м^3 ;

$Q_{\text{сп}}^{\text{т}}, Q_{\text{сп}}^{\text{в}}, Q_{\text{сух}}^{\text{ух}}, Q_{\text{ш}}^{\text{ух}}$ - количество теплоты, содержащейся в сухой части и в перегретом паре: природного газа, воздуха и уходящих газов, соответственно, кДж/м^3 . Методика вычисления этих величин приведена в [7].

$$A = N_{\text{вл1}} + N_{\text{п1}} + N_{\text{ст1}} + N_{\text{тр1}}, \text{ кВт};$$

$$C = N_{\text{вл2}} + N_{\text{п2}} + N_{\text{ст2}} + N_{\text{тр2}} + N_{\text{ос}}, \text{ кВт};$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$N_{\text{ш}}$ и стержней $N_{\text{ст}}$ необходимо отнести к полезным, вкупе с $N_{\text{ш}}$, т.е.

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

где: $N_{\text{п}} = N_{\text{п2}} - N_{\text{п1}}$; $N_{\text{ст}} = N_{\text{ст2}} - N_{\text{ст1}}$ – тепловые мощности, полученные в печи сухим покрытием и стержнями, кВт.

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

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

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

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

Для полного теплового баланса:

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

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

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

Для котельно-печного теплового баланса:

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

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

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

В итоге, выражение для теплотехнического КПД примет вид:

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

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

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

Техническая характеристика печи Газ.Ст

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

Таблица 2. Результаты испытаний печи

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

Показатели работы печи приведены в табл. 2.

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

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

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

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

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

Рассмотрим теперь топливный КПД:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Таблица 3. Система КПД

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

¹⁾ т.б. – тепловой баланс

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

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

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

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

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

Около 86% из них снабжены перекачивающи-

Таблица 4. Расход природного газа

Статьи расхода	Расход для печи, м³/ч	Расход в расчете на 1 000 м³ поступления из скважины, м³
Полезный расход	4,1	346
Потери в печи, топке и трубопроводах	6,3	531
Сопутствующие потери при выработке электроэнергии	0.82	69
Потери в магистральном трубопроводе	0.64	54
Суммарный расход	11,86	1 000

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

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

Или для полного теплового баланса:

$$\Delta N_{тр}^{тр} = 0,06 [B (Q_{п}^p + Q_{фаз}^{гор}) + 0,47 N_c], \text{ кВт} \quad (15)$$

для котельно-печного теплового баланса:

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

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

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

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

Энергия, заключенная в 1 м³ природного газа, составляет:

$Q_{п}^p + Q_{фаз}^{гор} = 38\,409 \text{ кДж/м}^3$ или $10,7 \text{ кВт} \cdot \text{ч/м}^3$. С учетом этого для нашего цифрового примера подсчитаны суммарный и постатейные расходы природного газа (табл. 4).

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

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

Литература

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

4. Промышленные тепломассообменные процессы и установки. / Под ред. Бакластова А.М. / – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 328 с.
5. Трёмбовля В.И., Фингер Е.Д., Авдеева А.А. Теплотехнические испытания котельных установок. – М.: Энергия, 1977. – 296 с.
6. Расчеты нагревательных печей. / Под ред. Тайца Н.Ю. – Киев: Техника, 1969. – 540 с.
7. Шелепов Е.П. КПД газовых водонагревателей. // Сварщик в России. – 2017. – № 3. – С. 22–27.
8. Шелепов Е.П. Энергетические показатели печей с раздельным способом термической обработки электродов. // Сварочное производство. – 2012. – № 2. – С. 37–46.
9. Яндекс. Официальный сайт Министерства энергетики РФ. Основные характеристики Российской электроэнергетики.
10. <https://yandex.ru/search>. КПД тепловых электростанций.
11. www.yandex.ru, www.ogk2.ru. Строительство энергоблока № 4 Череповецкой ГРЭС на базе парогазовой технологии.
12. Сагитов Р.Р. Повышение эффективности эксплуатации элементов компрессорных станций на базе эксергетического анализа. Дисс. канд. техн. наук. – М.: Московский энергетический институт, 2014. – 167 с.
13. Васильев Б.Ю., Сутунин М.Н. Энергетическая, экономическая и экологическая эффективность использования газоперекачивающих агрегатов с электроприводом. // Современные научные исследования и инновации. – 2014. – № 5. – Ч.1 [электрон. ресурс].

●#1313

Электроды ОК 46.00 в новой упаковке

Компания ESAB, один из лидеров в области производства оборудования и расходных материалов для сварки и резки, объявила в конце 2020 г. о выпуске на российский рынок электрода ОК 46.00 в пачках по 1 и 4 кг. Электрод в новой упаковке будет доступен в сети крупных розничных магазинов с начала 2021 г.

ОК 46.00 будет представлен в фирменной жёлтой пачке ESAB, на которой будет отмечена оригинальная торговая марка ОК. Для розничной торговли в крупных магазинах электрод предлагается с диаметрами 2,0; 2,5; 3,0 и 4,0 мм.

Рутилово-целлюлозный электрод ОК 46.00 предназначен для сварки конструкций из низкоуглеродистых и низколегированных сталей с пределом текучести до 380 МПа во всех пространственных положениях. Он отличается легким отделением шлака, гладкой поверхностью наплавленного валика с плавным переходом к основному металлу и нечувствительностью к ржавчине и другим загрязнениям поверхности.

Электрод ОК 46.00 подходит для сварки тонкостенных изделий, что отличает его от большинства других рутиловых электродов, а низкое напряжение холостого хода и стабильное горение дуги на предельно малых токах позволяет использовать электрод от бытовых источников.

В числе прочих преимуществ ОК 46.00 – отсутствие в сварочном дыме особо вредных химических элементов и соединений, что сохраняет здоровье сварщика и поддерживает высокую работоспособность.

Электрод ОК 46.00 производится в России, имеет свидетельство НАКС в соответствии с требованиями РД 03-613-03 и одобрен Российским Морским и Речным Регистром Судостроительства.



«Именно с ОК 46.00 20 лет назад начался наш путь локализации производства сварочных материалов в России, и сегодня это один из самых используемых и горячо любимых электродов на отечественном рынке. Мы понимаем, насколько важно сварщикам-профессионалам и любителям иметь возможность приобрести родные электроды в удобной упаковке в обычном магазине и в любое время, поэтому выводим их на полки крупных DIY-ритейлеров этой зимой», – отмечает Дмитрий Куракса, управляющий директор ESAB Россия и СНГ.

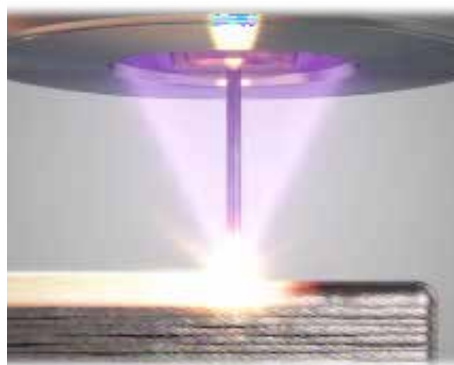
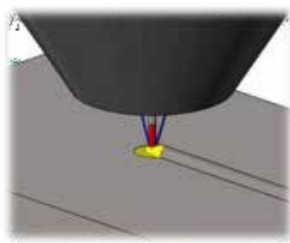
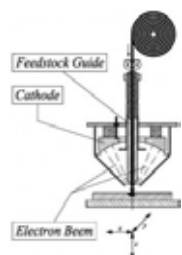
●#1314

Разработка и внедрение энергосберегающих и конкурентоспособных технологий сварки, наплавки, восстановления, нанесения защитных покрытий и специальной электрометаллургии

3D-печать на металле xBeam – оптимальное решение для ремонта сложных металлических деталей.

xBeam 3D Metal Printing – запатентованная электронно-лучевая технология аддитивного про-

изводства, в которой используются лучшие технические характеристики и технологические возможности газоразрядных электронно-лучевых пушек для решения многочисленных проблем существующих технологий АМ.



- Полный конический электронный пучок используется для создания ванны расплава на подложке и для плавления исходного материала. Проволока полностью охвачена коаксиальным точно регулируемым потоком энергии с постепенно распределяющейся концентрацией мощности;
- Коаксиальная подача проволоки внутри конического электронного луча, обеспечивающая исключительно однородные условия предварительного нагрева, плавления и наплавки с использованием всего лишь нескольких ключевых параметров процесса, которые легко контролировать;
- Непрерывный перенос жидкого металла на подложку, надежно поддерживаемый «мостом» сил поверхностного натяжения.

Эксклюзивные технологические возможности



Хорошая повторяемость наплавки

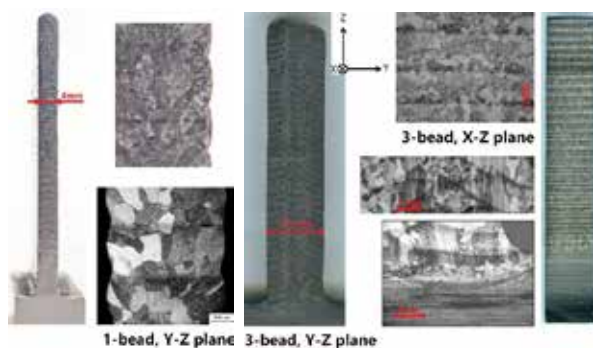


Низкие остаточные деформации пластины-подложки после напыления



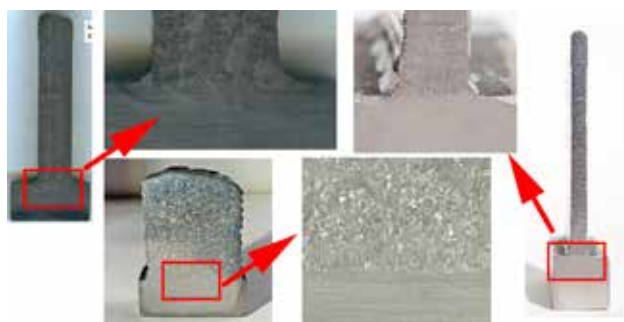
Хорошая точность и прямолинейность, отсутствие сужения (толщина стенки от 1,5 мм, шероховатость поверхности <1 мм)



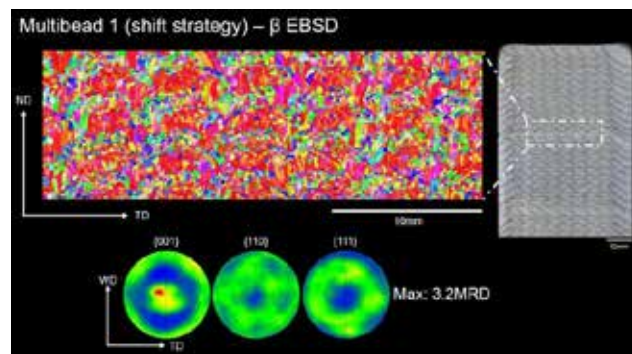


Макроструктура Ti-6Al-4V.

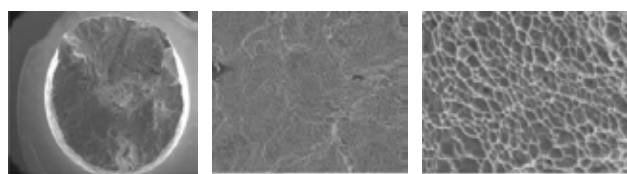
- Продemonстрирована равномерно распределенная ориентация практически равноосных зерен внутри одного валика - гарантия однородности свойств однобортных печатных структур xBeam.



- Небольшая зона термического влияния с постепенным изменением структуры – незначительное влияние на основной материал.



- Типичная структура отливки с довольно маленькими практически равноосными зернами; отличная управляемость параметров наплавки и высокая скорость охлаждения предотвращают образование шероховатой структуры колонны.



Вязкое разрушение с небольшими равноосными ямками 1–10 мкм

- Основные механические свойства (предел прочности, предел текучести, относительное удлинение, уменьшение площади) металла, произведенного xBeam 3D Metal Printing, соответствуют требованиям большинства современных промышленных стандартов для Ti-6Al-4V.

Таблица 1. Механические свойства Ti-6Al-4V

Технические характеристики	Предел прочности при растяжении, МПа (тыс. фунтов / кв. дюйм)		Предел текучести, МПа (тыс. фунтов / кв. дюйм)		Относительное удлинение, %	
	(XY)	(Z)	(XY)	(Z)	(XY)	(Z)
AMS 4999, мин	889 (129)	855 (124)	800 (116)	765 (111)	6	5
AMS 7004	896 (130)	848 (123)	807 (117)	772 (112)	5	5
AMS 4928 (поковка отожженная)	896 (130)		827 (120)		10	
3D-печать на металле xBeam (толстые стенки)	940-949 (136–138)	913-926 (132–134)	848-873 (123–127)	829-842 (120–122)	12-17	12-17
3D-печать на металле xBeam (тонкие стенки)	906-917 (131–133)	907-934 (132–133)	825-837 (120–121)	827-850 (120–123)	14-15	13–14

- Механические свойства тонких стенок, полученных с помощью технологии с одним шариком, более однородны, чем у более толстых стенок, полученных с помощью технологии с несколькими шариками, вероятно, благодаря более однородной макроструктуре во всех направлениях.



Пилотная установка

Тип процесса AM	Прямая энергия осаждение
Строительный объем (Ш x Г x В), мм	300 x 300 x 300
Система позиционирования	3-осевой, линейный
Предельная мощность, кВт	20
Предел ускоряющего напряжения, кВ	20
Максимальная потребляемая мощность, кВт	30
Предельный вакуум, мбар	$5 \cdot 10^{-3}$
Рабочий вакуум, мбар	$5 \cdot 10^{-2} - 5 \cdot 10^{-1}$
Допустимый вид сырья	Проволока Ø 1-3 мм, прутки Ø 1-4 мм

 e-mail: office@ntk.in.ua, www.stc-paton.com

● #1315

В СПбГМТУ открыта Фабрика процессов

29 марта 2021 г. в Санкт-Петербургском государственном морском техническом университете была открыта «Фабрика процессов». В церемонии открытия приняли участие директор Департамента развития Производственной системы ОСК Владимир Катышев и проректор СПбГМТУ Елена Счислева. Проект реализуется совместными усилиями СПбГМТУ и Департамента развития Производственной системы Группы компаний АО «Объединенной судостроительной корпорации» (ГК ОСК) при активном участии - АО «Адмиралтейские верфи» и ЦКБ МТ «Рубин». Финансирование проекта осуществляется за счет предприятий ОСК, а учить предполагается все категории: «от школьника до директора», поскольку в проекте задействованы и подшефные школы ОСК.

Обучение сотрудников предприятий инструментам и методам бережливого производства, адаптированным под отраслевые особенности судостроительной промышленности, повышение производительности труда и является главной целью программы занятий и тренингов.

Заказчиками Корабелки выступают предприятия ГК АО ОСК. Занятия будут осуществляться в ежедневном режиме. В СПбГМТУ проходят специальную подготовку до 30 бизнес-тренеров. Портфель заказов от предприятий на обучение в рамках проекта «Фабрика процессов» уже сформирован на перспективу. Организаторы подчеркивают, что уже в 2021 г. обучение в стенах СПбГМТУ пройдут от 2 до 3 тысяч человек. В дальнейшем ежегодная пропускная способность фабрики достигнет 3,5 тысяч обучающихся в год. В настоящее время очереди на обучение ждут предприятия Санкт-Петербурга,



Астрахани, Северодвинска, Калининграда, Владивостока, Находки, городов др. регионов. Корабелка выбрана как вуз, обладающий профессорско-преподавательским составом высшей квалификации в судостроительной отрасли для лидерования в организации «Фабрики процессов».

Фабрика процессов - учебная производственная площадка, на которой участники в реальном производственном процессе получают опыт применения инструментов бережливого производства, а также поймут, как улучшения влияют на операционные и экономические показатели производства.

Практическое использование инструментов и полученных знаний после обучения на «Фабрике процессов» позволит предприятиям оптимизировать Производственную Систему и существенно повысить производительность труда, а также повысить эффективность основных производственных процессов, сократить затраты, повысить качество выпускаемой продукции.

www.smtu.ru

● #1316

REASkills 2021 открывает новые таланты сварки в Нововоронеже

16 апреля 2021 г. в городе-спутнике Нововоронежской АЭС завершился отборочный этап чемпионата профессионального мастерства «AtomSkills» ГК «Росатом» в компетенции «Сварочные технологии». Соревнования прошли в рамках V Дивизионального чемпионата профессионального мастерства REASkills2021 при технической поддержке компаний ВЭЛДЭС и ESAB на территории «Нововоронежатомергоремонт», специализированной ремонтной организации Электроэнергетического дивизиона ГК «Росатом» РФ.

Для выполнения заданий было оборудовано 4 сварочных поста со сварочным оборудованием, соответствующим стандартам AtomSkills и WorldSkills Russia. Победителем компетенции стал сотрудник «Нововоронежатомергоремонт» Александр Лазарев, 2-е место у Ивана Лашманова из «Калининатомергоремонт», 3-е место – у Александра Федюхина из «Кольской атомной электростанции». Летом Александр Лазарев поборется за звание лучшего на отраслевом чемпионате AtomSkills2021.



«Я от всей души поздравляю участников с отличными результатами! Чемпионат REASkills из года в год показывает высокий уровень подготовки наших сварщиков. Своим примером они демонстрируют, что сварка может быть высокотехнологичной, интересной и красивой. Это те технологии, за которыми будущее», - отмечает Герасимов С.В., главный инженер «Нововоронежатомергоремонт», филиал АО «Атомэнергоремонт».

В подарок от компании ВЭЛДЭС, официального дистрибьютора-партнера ESAB, всем 3-м призерам вручили сверхпортативные сварочные аппараты Handy Arc 160i весом в 3 кг с набором электродов ОК 46.00, сварочные маски A20 и перчатки ESAB Curved TIG. Всем участникам компетенции «Сварочные технологии» были вручены памятные подарки, состоящие из набора сварочных аксессуаров производства ESAB.

«Для проведения таких крупномасштабных соревнований важно, чтобы все оборудование и расходные материалы соответствовали международным стандартам и установленному WorldSkills Russia уровню. Оборудование от компании ESAB зарекомендовало себя как полностью соответствующее высоким стандартам качества, поэтому показанный на

нём результат можно считать безоговорочным подтверждением мастерства сварщика», – комментирует Сергей Стройков, директор компании ВЭЛДЭС.

«Как лидеру отрасли нам важно, чтобы производства могли использовать весь потенциал оборудования ESAB. А сделать это можно только в том случае, когда у специалистов есть глубинные знания в сварке и навык работы на современных аппаратах. Мы многие годы поддерживаем чемпионат AtomSkills и молодых специалистов, которые являются «драйверами» отрасли, и отмечаем, что уровень мастерства неуклонно растёт. Я поздравляю победителя REASkills 2021 и желаю ему удачи на следующих этапах», – заключает Дмитрий Куракса, управляющий директор ESAB Россия и СНГ.

#1317

ОКГ «Столица» открывает площадку инновационной сварки

ГБПОУ ОКГ «Столица» в рамках сетевого взаимодействия с Центром молодежного инновационного творчества «Руна» в марте 2021 г. открыл Ресурсный центр для практических занятий студентов по направлениям «Сварочные технологии», «Промышленная робототехника», «Плазменная резка», «Автоматизированный электропривод» и «Цифровая метрология».

Новая площадка направлена на обучение студентов современным технологиям сварки и резки посредством освоения практико-ориентированных программ и коммуникации с промышленными предприятиями и компаниями-производителями промышленных технологий.

«Сегодня мы являемся свидетелями зарождения цифровизации сварки. И внедрение современных технологий в процесс обучения – наша ответственность как перед студентами, так и перед их работодателями. Именно эту задачу и будет решать наш Ресурсный центр. В перспективе он станет мозговым центром, где будут генерироваться идеи для всех отделений нашего комплекса», – отмечает Востриков С.П., директор образовательного комплекса ОКГ Столица.

Лаборатории центра дают возможность обучить студентов полному циклу сварочного производства от базовых навыков до применения инновационных технологий 3D проектирования и роботизированной сварки. В числе его партнёров – компании-лидеры отрасли, такие как ESAB, KUKA, Mitutoyo и Mitsubishi Electric.

Среди ключевых особенностей площадки – открытая среда для людей с ограниченными возможностями и соответствие стандартам WorldSkills Russia и Абилимпикс. Студенты ГБПОУ ОКГ «Столица» могут готовиться к участию в международных профильных соревнованиях по промышленной робототехнике и сварке, а сам центр станет одной из площадок для проведения чемпионатов.

«Не только промышленность, но и среднее профессиональное образование не стоит на месте. Появляются новые направления подготовки, призванные удовлетворить спрос производств на специали-



стов, готовых не просто работать с новыми технологиями, но и внедрять их. И для их всесторонней подготовки невозможно обойтись без обучения и практики на современном оборудовании с использованием передовых расходных материалов. Материальное и образовательное сотрудничество бизнеса с колледжами позволит отрасли непрерывно развиваться в будущем», – комментирует управляющий директор ESAB в России Дмитрий Куракса.

ОКГ «Столица» готовит квалифицированных кадров для градостроительного комплекса Москвы и включает в себя 9 учебных подразделений. Сегодня на территории комплекса проходит обучение порядка 3600 студентов. Комплекс реализует программы общего образования, а также осуществляет подготовку рабочих и специалистов по 32 основным программам среднего профобразования и 15 программам обучения, в т. ч. информационные системы обеспечения, сварщик (электро- и газосварочные работы), электромонтажник электрических сетей и оборудования и т. п.

#1318

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

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

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

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

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

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

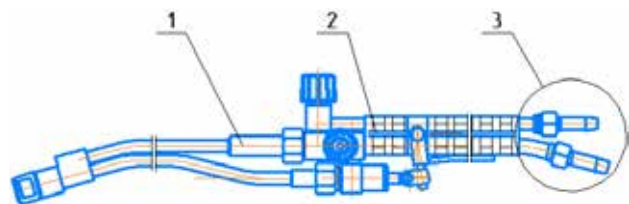


Рис. 1. Газокислородный резак ФЛЦ-РК

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

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

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

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

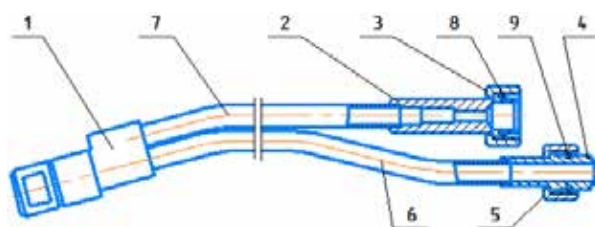


Рис. 2. Наконечник резак РЗ-ФЛЦ-РК и ФЛЦ-РКФ

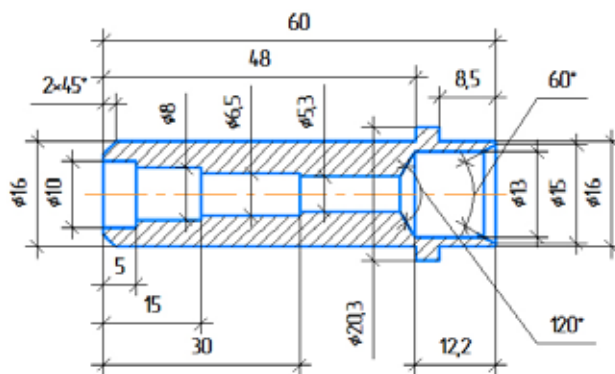


Рис. 3. Смесительная камера резак РЗ-ФЛЦ-РК и ФЛЦ-РКФ

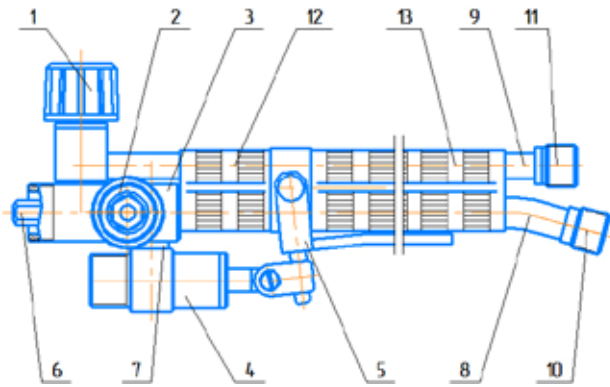


Рис. 4. Стык резака ФЛЦ-РК с рычажным клапаном в сборе

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

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

На резьбу M16x1,5 LH штуцера 11 наворачивают гайку нишпельного соединения с нишпелем и резиноканевым рукавом Ду9, соединяющим резак с источником питания горючим газом.

На резьбу M16x1,5 штуцера 10 наворачивают гайку с нишпелем и резиноканевым рукавом Ду9, соединяющим резак с источником питания кислородом.

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

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

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

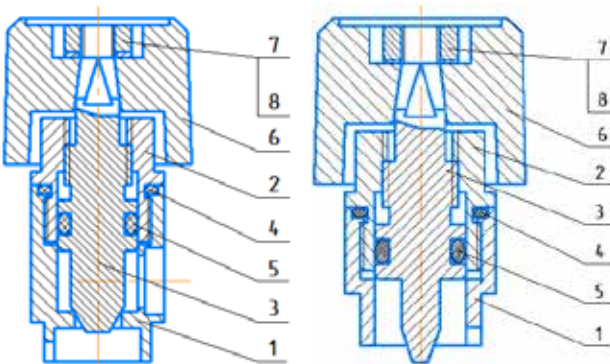


Рис. 5. Вентиль ГГ резаков ФЛЦ-РК и ФЛЦ-РКФ

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

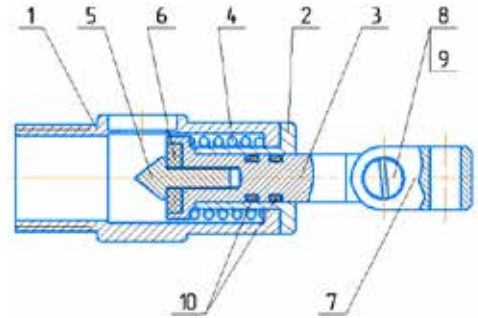


Рис. 7. Корпус клапана в сборе резаков ФЛЦ-РК и ФЛЦ-РКФ

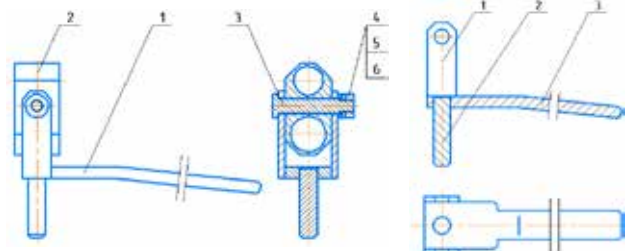


Рис. 8. Рычаг клапана в сборе резака ФЛЦ-РК

Рис. 9. Рычаг резака ФЛЦ-РК

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

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

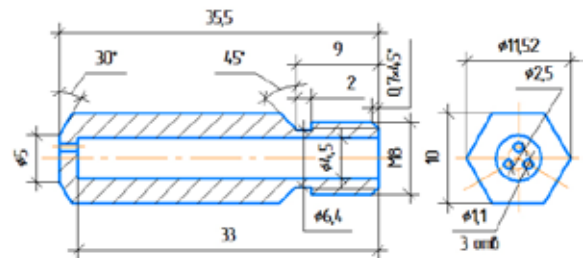


Рис. 10. Инжектор резаков ФЛЦ-РК и ФЛЦ-РКФ



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

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

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

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

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

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

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

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

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

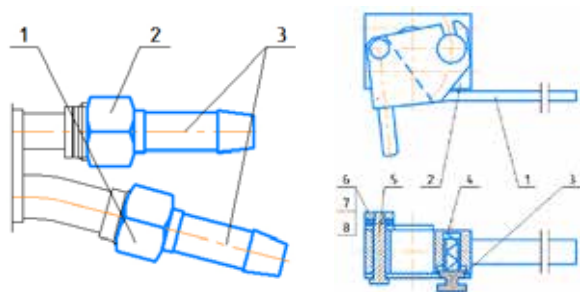


Рис. 12. Ниппельное соединение резаков ФЛЦ-РК и ФЛЦ-РКФ

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

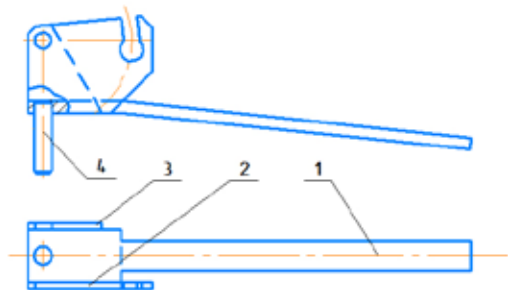


Рис. 14. Рычаг клапана резака ФЛЦ-РКФ



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



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



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



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



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

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

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

Литература

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

IV Международная научная конференция «Сварка и родственные технологии для изготовления оборудования специального и ответственного назначения»

26–27 мая 2021 г. в рамках XXI Международной специализированной выставки «Металлообработка» состоится IV Международная научная конференция «Сварка и родственные технологии для изготовления оборудования специального и ответственного назначения». Организаторы конференции: ГНЦ РФ АО «НПО «ЦНИИТМАШ» и ЦВК «Экспоцентр». Конференция пройдет при поддержке и участии Военно-промышленной комиссии РФ, АО «Атомэнергомаш», РНТСО и информационной поддержке журналов «Сварочное производство» и «Тяжелое машиностроение».

Участники конференции смогут ознакомиться с актуальной информацией и опытом ведущих российских и зарубежных компаний в области сварки и родственных технологий. На конференции будет предоставлена возможность для демонстрации новейших разработок сварочного оборудования и сварочных материалов. Принять участие в конференции и выступить с докладами можно в очной форме и дистанционно, в рамках телетрансляции.

В работе конференции предполагается участие

представителей ведущих отечественных и зарубежных предприятий и компаний: ГК «РОСАТОМ», АО «Роскосмос», АО «Трансмашхолдинг», АО «Объединенная судостроительная компания», ПАО «Газпром», ПАО «Транснефть», АО «ОМК», ПАО «ОМЗ», ООО «ЭСАБ», ООО «Фестальпине Беллер Велдинг Раша», Представительства АОУТ «ПОЛИСУД» (Франция), Москва, Fronius International GmbH и др.

Доклады участников конференции будут опубликованы в специальном номере журнала «Тяжелое машиностроение», посвященном конференции. Информацию о мероприятии можно получить, обратившись к ведущ. научн. сотруднику отд. № 50 Института сварки АО «НПО «ЦНИИТМАШ» Денисову К.А.: тел.: 8 (915) 490-48-45, 8 (495) 675-89-00, доб. 3541 или e-mail: KADenisov@cniitmash.com, confsvarka@cniitmash.com

www.cniitmash.com

● #1319

«Металлообработка-2021» – смотр достижений мирового машиностроения

С 24 по 28 мая 2021 г. на территории ЦВК «Экспоцентр» пройдет 21-я международная специализированная выставка «Металлообработка-2021». При поддержке Минпромторга, Союза машиностроителей России, Совета Федерации РФ и ТПП РФ ведущие отечественные и зарубежные представители промышленности вновь встретятся, чтобы представить свои передовые разработки, технологии и решения.

В этом году принципиально новым станет раздел «Индустрия 4.0», организованный ЦВК «Экспоцентр» при поддержке Национального союза поставщиков оборудования и инструмента для металлообработки.

Продолжит активное развитие и раздел «Аддитивное производство и 3D-решения»; в пав. 8 объединятся производители, интеграторы и пользователи профессиональных и промышленных 3D-решений для обмена опытом и объединения усилий на пути к развитию отрасли. В рамках раздела, при участии представителей Минпромторга РФ и членов Ассоциации развития аддитивных технологий: концерна «Алмаз-Антей», компании «Русатом – аддитивные технологии», ГК «Роскосмос», ПАО «Газпром», ГК «Ростех», состоится конференция «Индустрия-3D», которая пройдет в гибридном формате с прямой трансляцией выступлений на YouTube.

Впервые в ходе «Металлообработки-2021» пройдут соревнования участников расширенного состава Национальной сборной WorldSkills Russia по ком-

петенциям: токарные работы на станках ЧПУ, фрезерные работы на станках ЧПУ, аддитивное производство и производство металлоконструкций.



Насыщенную деловую программу откроет форум «Перспективы и механизмы реализации стратегии развития станкоинструментальной промышленности» и конференции по темам «Цифровые двойники», «Облачные сервисы: производство и планирование» и т.д.

«Текущий год объявлен Годом науки и технологий. Мы, как организаторы одного из крупнейших отраслевых событий не смогли обойти эту тему стороной. Прорыв в технологиях, экономике и достижение прогресса возможны только при условии объединения усилий, взаимном обмене опытом, накопленным лидером рынка из смежных отраслей промышленности, и соединении его с революционными, смелыми, новаторскими идеями молодых стартапов. Мы убеждены, что этот год станет катализатором для развития индустриального потенциала нашей страны, а выставка «Металлообработка» – уникальная возможность для компаний сделать свой вклад в это развитие», – Елена Гусева, начальник Управления собственных выставок АО «Экспоцентр».

● #1320

WELDEX 2021: переезд в «КРОКУС ЭКСПО»

В 2021 г. выставка Weldex впервые состоится на новой площадке. Вместо привычной площадки в «Сокольниках» Международная выставка сварочных материалов, оборудования и технологий будет проходить на территории МВЦ «Крокус Экспо». Мы поговорили с директором Weldex Татьяной Нагаслаевой о причинах смены площадки и ожиданиях от этого решения.

Чем обусловлен переезд из «Сокольников»? Чего участникам и посетителям ожидать от новой площадки?

«Сокольники» были традиционной площадкой проведения Weldex на протяжении всей его истории, однако сейчас на территории комплекса расположен госпиталь, выполняющий важную задачу по борьбе с пандемией. В связи с этим мы озаботились вопросом переезда и «Крокус Экспо» предложил руку помощи в этой ситуации.

«Крокус» уже стал домом для всех других мероприятий Huvve Group, проводимых в Москве. И в этом году наша команда переносит Weldex на новую выставочную площадку без потерь качества. Мы считаем, что для проведения успешной выставки главное не площадка, а профессионализм Организатора, устоявшиеся деловые связи между всеми участниками этого события, количество профессионалов и итоги их взаимодействия. Именно это нацелена обеспечить наша команда, прикладывая максимум усилий для того, чтобы создать в «Крокусе» большое и качественное мероприятие. Ранее мы успешно перенесли в Крокус ряд наших выставок, которые являются лидирующими в своих отраслях, и они с большим успехом теперь проходят в Крокус Экспо.

Ждут ли изменения саму выставку? Смогут ли посетители все так же оценить оборудование в работе прямо на стендах участников?

Weldex уже 20 лет является главной сварочной выставкой страны, и пространство «Крокуса» поможет нам сделать ее еще больше и актуальнее. На новой площадке мы продолжим делать Weldex все интереснее для посетителей и участников со всех уголков страны.

Необходимо отметить, что наша главная особенность – демонстрация сварочного оборудования в действии – сохранится и после переезда. В «Крокусе», как и в «Сокольниках», нам предоставлены все необходимые разрешения для сварочных работ, а это значит, что и на новой территории у наших участников будет возможность демонстрировать сварочное оборудование и технологии в действии, а также мы сможем проводить традиционные конкурсы для специалистов, которые мы постараемся сделать еще увлекательнее и масштабнее.

Как переезд отразится на ежегодной деловой программе выставки?

Деловую программу тоже ждут положительные изменения. Для Weldex 2021 мы построим открытый конференц-зал прямо в павильоне, что позволит увеличить посещаемость мероприятий и сделает их доступнее для всех заинтересованных.

Отрасль соскучилась по профессиональной и масштабной сварочной выставке. Мы уверены, что юбилейный 20-й Weldex станет особенным и принесет положительные результаты, которые запомнятся надолго. Приглашаем вас убедиться в этом вместе с нами!

#1320

25-й Международная специализированная выставки и деловой форум «Безопасность и охрана труда - 2021»

Основной площадкой юбилейной 25-й Международной специализированной выставки и делового форума «Безопасность и охрана труда – 2021» (БИОТ-2021) станет ЦВК «Экспоцентр» на Краснопresненской набережной. Выбор в пользу Экспоцентра обусловлен большим интересом к БИОТ, как к крупнейшей в России и Европе авторитетной международной выставке в области безопасности труда и производства СИЗ, а также большим спросом на выставочные площади со стороны потенциальных экспонентов.

БИОТ-2021 пройдет в 25-й раз. В работе юбилейного БИОТ-2021 примут участие руководители российского правительства, топ-менеджеры предприятий промышленности, ведущих мировых компаний-производителей СИЗ, российские и зарубежные эксперты. БИОТ помогает участникам наладить новые деловые контакты, продвинуть свою продукцию и услуги на международном рынке, а также получить ответы на актуальные вопросы, ознакомиться с передовым опытом в данной сфере.

В 2019 г. БИОТ, проходивший на ВДНХ, посетили более 20 000 специалистов отрасли СИЗ и охраны

труда из 45 стран мира. 450 компаний из 23 стран представили здесь более 100 000 изделий, товаров и услуг. Общая площадь выставки составила 16 500 кв. м.

В 2020 г. в связи с COVID 19, форум прошел в онлайн-формате и собрал 46 700 участников из 35 стран, среди которых США, Великобритания, Китай, Индия, Германия, Франция, Украина, Италия, Турция и др. Всего в рамках БИОТ-2020 состоялось более 170 мероприятий. 400 спикеров выступили на конференциях деловой программы.

Организаторами БИОТ-2021 традиционно выступают Минтруд РФ и Ассоциация разработчиков, производителей и поставщиков СИЗ, которая также является оператором выставки.

Участие в Международной выставке БИОТ-2021 – это реальный шанс для российских предприятий увеличить объемы продаж, найти иностранных партнеров и заключить взаимовыгодные контракты.

Даты проведения Выставки и Форума БИОТ–2021: 7–10 декабря 2021 г.

До встречи на БИОТ-2021: www.biotexpo.ru

#1323

ООО «НАВКО-ТЕХ» - 20 лет!

В апреле 2021 г. исполнилось 20 лет с момента образования ООО «НАВКО-ТЕХ». В юбилейные даты принято вспоминать историю, подводить итоги и строить планы на будущее. Мы не исключение.

История предприятия берет свое начало в далекие 1990-е годы XX века, когда еще в стенах Института электросварки им. Е.О. Патона несколько сотрудников отдела робототехники решили организовать свою компанию в области автоматизации процессов дуговой сварки. Начало деятельности фирмы (как и общая тогда обстановка в стране) было не простым. В то время отсутствовали необходимые комплектующие, не было еще своих готовых технических решений по установкам и роботам для сварки. Единичных профильных заказов было недостаточно. Приходилось поначалу выживать за счет договоров подряда на изготовление металлоконструкций, в том числе таких, как сценические декорации для Киевского оперного театра.

Но в условиях растущего дефицита в квалифицированных сварщиках и стремления производителей уменьшить влияние «человеческого фактора» на качество продукции автоматизация процессов сварки становилась все более актуальной, а деятельность фирмы все более востребованной. С годами накапливался опыт, появлялись успешные технические решения, устанавливались тесные связи с многими предприятиями. Среди них, прежде всего, ОАО «Кременчугский колесный завод» – лидер производства стальных колес всевозможного назначения. Специалистам небольшого предприятия особенно престижно стать основными поставщиками сварочного оборудования для этого большого завода. Все автоматические и механизированные установки для дуговой МИГ/МАГ сварки колес поставлены на завод фирмой «НАВКО-ТЕХ». Пройден большой и тернистый путь от поставки комплекта оборудования для полуавтоматической сварки с водоохлаждаемой горелкой фирмы Абибор Бинцель, до создания весьма сложных автоматизированных

комплексов, не имевших на то время аналогов в отечественной промышленности (четырёхголовочные автоматы АС340, двухпозиционные установки АС339, автоматические линии АС363) (рис. 1).

Еще одна отрасль промышленности, с которой тесно связана деятельность фирмы – производство железнодорожных стрелочных переводов. Оборудование «НАВКО-ТЕХ» поставлялось на все стрелочные заводы бывшего СНГ в городах - Днепропетровск, Муром, Новосибирск, Керчь и Экибастуз. Это автоматические установки для сварки кольцевых неповоротных швов (УДС707), прямолинейных многопроходных швов крестовины (АС364), робототехнологические комплексы РК755 и РК757. Особый интерес представляет комплекс РК757 для дуговой наплавки хромоникелевой проволокой на торец рельса и рельсового окончания крестовины слоя нержавеющей стали. Это оборудование реализовало новый более надежный и производительный способ соединения рельса и рельсового окончания с острием и сердечником крестовины стрелочного перевода. Способ наплавки - дуговая наплавка, часть слоев наплавляется способом СМТ (Cold Metal Transfer, фирма Fronius).

Компания «НАВКО-ТЕХ», являясь официальными интеграторами промышленных роботов FANUC, создала и успешно внедрила в производство около 20 робототехнологических комплексов различной сложности и назначения. В зависимости от конструкции изделия робототехнологические комплексы оснащаются кантователями, вращателями, линейными расширителями зоны обслуживания робота, поворотными столами и др. Особый акцент мы хотели бы сделать на следующие комплексы:

- робототехнологический комплекс РК754, созданный по заказу компании «Сантехпласт» (г. Харьков) для сварки баков гидроаккумуляторов. Для начала он был оснащен одним роботом, но затем, с целью повысить его производительность, был дооснащен вторым роботом (рис. 2);



Рис. 1. Конвейер АС363 для двухдуговой МИГ-сварки обода с диском автомобильных колес



Рис. 2. Робототехнологический комплекс РК754-2 для МИГ-сварки малогабаритных изделий одновременно двумя роботами



Рис. 3. Робототехнологический комплекс РК759 для МИГ-сварки крупногабаритных изделий



Рис. 4. Установка АС308-2500 для МИГ-сварки труб длиной до 2,5 м



Рис. 5. Установка АС354 для наплавки тел вращения



Рис. 6. Конвейер АС415 для МИГ-сварки горловины с донным корпусом огнетушителя

- комплекс РК752, изготовленный для мебельной фабрики «Престиж» (г. Светловодск) для сварки металлической мебели;
- многоцелевой комплекс РК759 (рис. 3) - для изготовления крупногабаритных рамных и корпусных металлоконструкций. Такие комплексы были поставлены производителям сельхозтехники: ЧП «ПАЛАНДИН-АГРО», г. Балта, и ЧАО «Богуславская сельхозтехника», г. Богуслав. Комплекс оснащен средствами начальной установочной адаптации, что сделало возможным сварку неточно изготовленных и собранных деталей. Цикл сварки изделия «рыхлитель» составляет более 4-х часов.

Нельзя также не упомянуть о комплексах установок для сварки стальных сосудов бойлеров, огнетушителей, ресиверов. В комплект входят несколько установок для сварки кольцевых и продольных швов сосудов (установки АС305-1 или АС349, АС305-2, АС308) (рис. 4).

Наряду с такими простыми в отношении управления установками, фирма освоила производство более сложных автоматов, которые имеют от двух до четырех степеней подвижности с сервоприводами. Одна из них обеспечивает вращение или кантовку изделия, а остальные – транспортные перемещения горелки по одной (X), двум (X и Y) или трем (X, Y и Z) осям. В таких установках обеспечивается контурное управление перемещением горелки по линейной траектории с заданием требуемой линейной скорости горелки и окружной скорости вращения изделия, а также параметров колебаний горелки относительно линейной траектории. Освоение новых апаратных и программных средств управления позволило создать сварочные и наплавочные установки (АС354, АС364, АС375, АС415, АС417) (рис. 5, 6) по своим техническим характеристикам и надежности - не уступающие лучшим зарубеж-



Рис. 7. Установка АС333 для ТИГ-сварки продольных швов труб

ным аналогам. При этом, выгодно отличаясь от них ценой, а также стоимостью наладки и обслуживания.

В одной статье невозможно описать все разработки фирмы «НАВКО-ТЕХ». На сегодняшний день это около **четырехсот единиц** оборудования, разработанного и поставленного предприятием, которое успешно эксплуатируется на более чем 200 предприятиях Украины, Белоруссии, Казахстана, России, Польши и стран Прибалтики.

В заключение нельзя не вспомнить о «визитной карточке» фирмы – установке АС333 (рис. 7) для ТИГ-сварки продольных швов труб дымоходов, вентиляции, корпусов насосов, двигателей, бойлеров, огнетушителей и др. Первая подобная установка тоже отметила свой 20-ти летний юбилей, до сих пор работая на одном из Киевских предприятий. Со временем установка была существенно модернизирована. Ее отличает высокая надежность и долговечность. Один из заказчиков этой установки, оценивая ее надежность и неприхотливость к условиям эксплуатации, сравнил ее со швейной машинкой «Зингер»!

Отмечая свой 20-ти летний юбилей, коллектив предприятия хочет поблагодарить своих многолетних партнеров за участие в создании и комплектации своего оборудования, пожелать всем крепкого здоровья и благополучия! Мы с оптимизмом смотрим в будущее и продолжаем реализовывать свою главную цель - производство сверхнадежного автоматического роботизированного сварочного оборудования, которое отвечало бы всем пожеланиям заказчиков, а также передовым мировым технологиям.

С подробной информацией о предприятии ООО «НАВКО-ТЕХ» и описанием выпускаемых установок и роботизированных комплексов можно ознакомиться на сайте: www.navko-teh.kiev.ua

● #1324

НАВКО-ТЕХ

тел.: +38 044 456-40-20
факс: +38 044 456-83-53

E-mail: info@navko-teh.kiev.ua
<http://www.navko-teh.kiev.ua>

Роботизированная сварка крыши вагонов метро

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

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

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

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

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

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

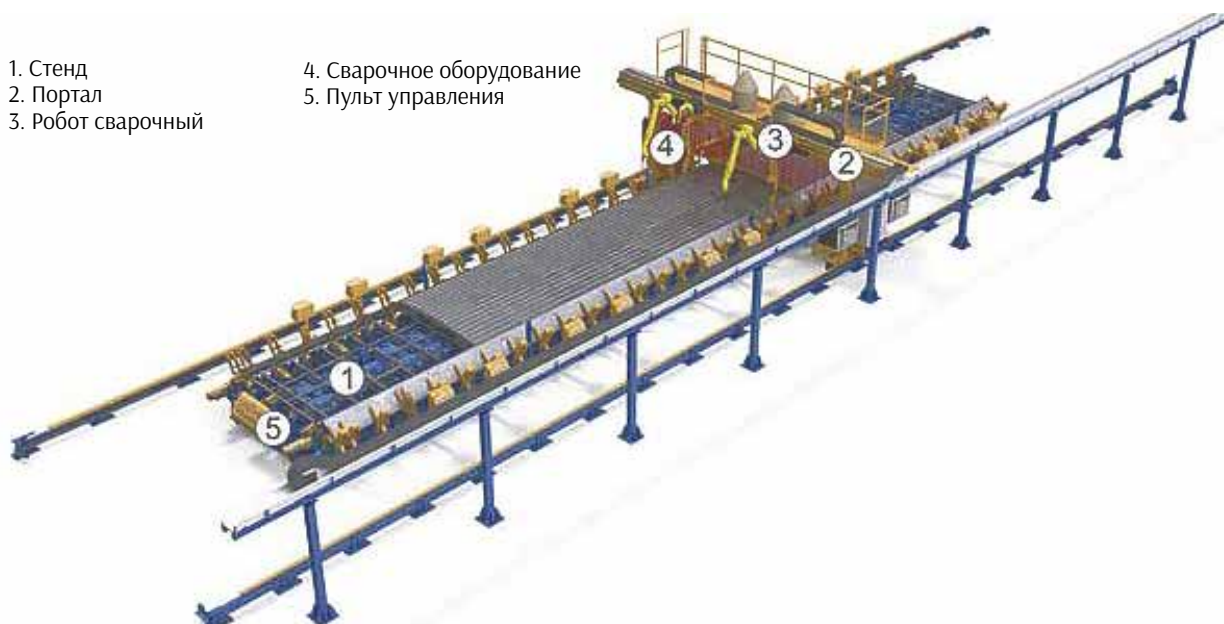


Рис. 1. Общий вид роботизированного комплекса для сварки крыш вагонов метро:



даже при наличии дефекта сварного элемента.

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

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

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

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

Роботизированный комплекс обеспечивает:

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

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

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

●#1325



НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА
ТЕХВАГОНМАШ

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

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

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

Борис Евгеньевич, как вы чувствуете себя накануне юбилейной даты?

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

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

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

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



Борис Евгеньевич в раздумье о будущем науки

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Какие достижения НАН Украины вы считаете самыми значительными?

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

Чем любите заниматься на досуге?

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

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

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

О чем жалеете на склоне лет?

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

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

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

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

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

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

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

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

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

(сокращенный вариант интервью)

Сварка и родственные технологии – боевому ракетостроению.

Часть 3. Нарращивание мощи боевых стратегических ракет первого поколения

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

В 1956 г. Главный конструктор ОКБ-586 (КБ «Южное») М.К. Янгель еще до первого полета ракеты Р-12 предложил создать баллистическую ракету с вдвое превышающей дальностью поражения цели – до 4 500 км. В эскизном проекте ракеты Р-14 (8К65) рассматривались одноступенчатая и двухступенчатая схемы. К этому времени Государственный институт прикладной химии (Ленинград) создал новое горючее – несимметричный диметилгидразин, а ОКБ-456 (с 1966 г. КБ энергетического машиностроения, г.Химки) разработало мощный двухкамерный двигатель, что позволило бы повысить энергетические возможности Р-14 на 15%. ГСП-НИИ-49 (ЦНИИ конструкционных материалов «Прометей», Ленинград) разработал для автономной инерциальной системы управления гиросtabilизированную платформу, что должно было обеспечить более высокую точность стрельбы. Вскоре в структуре ОКБ-586 было создано специализированное двигательное КБ, преобразованное из филиала ОКБ 3 НИИ-88 [1, 2].

После некоторого перерыва, вызванного необходимостью проектирования межконтинентальной ракеты Р-16, разработка Р-14 продолжалась ускоренными темпами. Причем правительство СССР выдвинуло дополнительные требования к тактико-техническим данным, вызванные наращиванием боевой мощи ракет США. В марте 1959 г. в проектном задании ядерный боеприпас увеличили до 2,3 Мт. Ракета должна была достигать любой страны Европы, Азии, северной части Америки и Африки [3, 4].

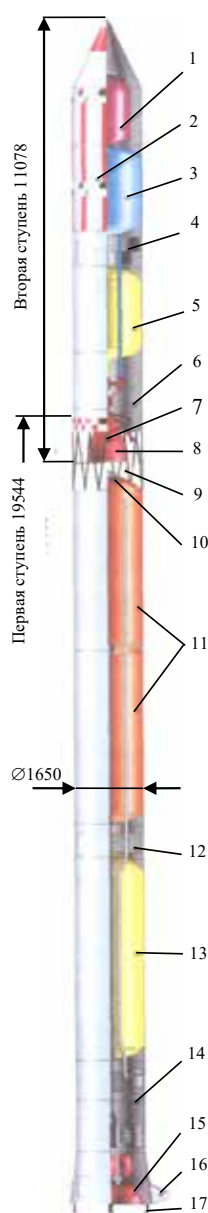
Предстояло решить традиционную многовековую задачу создателей транспортных средств – снизить вес, естественно не в ущерб прочности и вместимости, увеличить мощность двигателя. И, естественно, боевые ракеты должны соответствовать назначению – с достаточной точностью поражать объекты противника.

В первом поколении боевых стратегических ракет КБ «Южное» было заложено несколько оригинальных решений. Корпус, т.е. обечайки бака горючего и часть секций обечайки бака окислителя изготовили из прессованных панелей алюминиевого сплава АМг-6Н. Благодаря особенностям конструкции корпуса и высокоэффективной двигатель-

ной установке была создана одноступенчатая ракета с очень большой дальностью стрельбы. При панельной конструкции их масса снижается, кроме того, прессованные панели в виде монолитно выполненных частей обшивки со стрингерами отличаются высокой прочностью и устойчивостью. Панели собираются на стапеле и свариваются по стыкам, образуя цилиндрическую оболочку бака. Затем изнутри к стрингерам оболочки привариваются навесные кольцевые шпангоуты. Оболочка воспринимает все внешние нагрузки, действующие на ракету при транспортировке и в полете. Изготовление бака заканчивается стыковкой и приваркой к оболочке сферических днищ через торцевые усиленные шпангоуты и установкой арматуры (рис. 1).

С баком горючего соединяется приборный отсек. Система управления (СУ) полетом ракеты – автономная. Основные приборы СУ расположены в приборном отсеке. Тонкостенная оболочка отсека, подкрепляющий набор из шпангоутов и стрингеров, изготовлены из алюминиевого сплава Д16Т. Такая конструкция изготавливается с применением клепки, негерметична, но все приборы, которые устанавливаются в отсеке, могут надежно работать в разреженной атмосфере. Отсек размещен в зоне центра масс ракеты. Этим создаются наилучшие условия, прежде всего для работы гироскопов, за счет удаления их от источников вибраций двигателя и уменьшения влияния амплитуд колебаний ракеты [5].

Вкратце отметим некоторые конструктивные решения по размещению двигателя. В бак горючего, в его туннельную трубу вводится магистральный трубопровод окислителя, по которому тот поступает в двигатель. Окислитель имеет большую плотность (1,47 г/см³), поэтому его бак расположен впереди бака горючего. При этом центр масс ракеты сместился к головной части, увеличилось расстояние до газовых рулей и стабилизаторов, улучшилась устойчивость и управляемость ракеты в полете. С силовым шпангоутом бака горючего стыкуется рама двигателя 8Д613. Рама связывает все 4 его камеры сгорания. В головке каждой камеры сгорания 793 форсунки, их строго определенное положение позволяет хорошо смешивать компоненты топлива и тем обеспечивать высокую полноту сгора-



Компоновка ракеты-носителя РН 11К63 (КБ «Южное», М.К. Янгель):
1-космический аппарат, 2-головной обтекатель, 3-бак окислителя, кислород, 4-отсек системы управления, 5-бак горючего НДМГ, 6-хвостовой отсек, 7-неподвижные рулевые сопла, 8-маршевый двигатель, 9-переходная ферма, 10-газоотражающий экран, 11-баки окислителя, 12-отсек приборов, 13-бак горючего, 14-отсек двигателя, 15-маршевый двигатель, 16-стабилизаторы, 17-газовые рули

В ИЭС им. Е.О. Патона разработаны и внедрены в промышленное производство технологии сварки крупнокорпусных конструкций и топливных баков баллистических ракет, ракет морского базирования и крылатых ракет.

На протяжении второй половины XX века основным направлением исследований был поиск методов концентрации тепловой энергии, обеспечение герметичности и точности размеров.

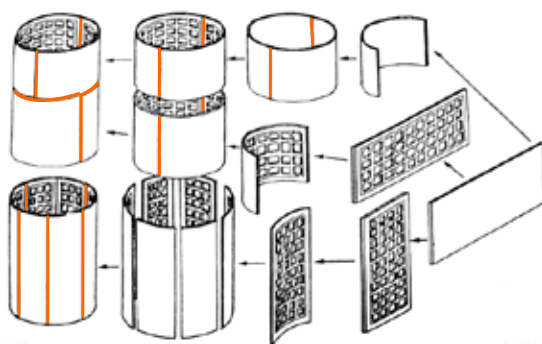
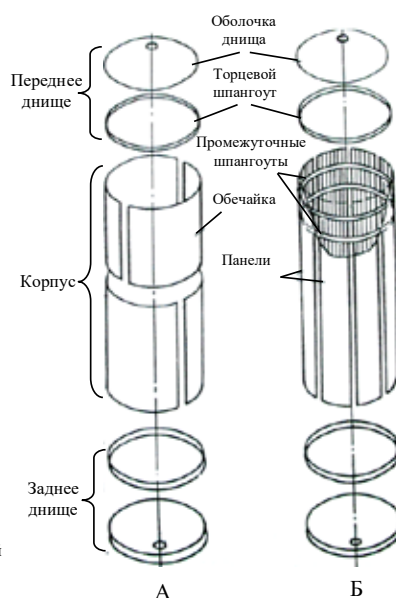
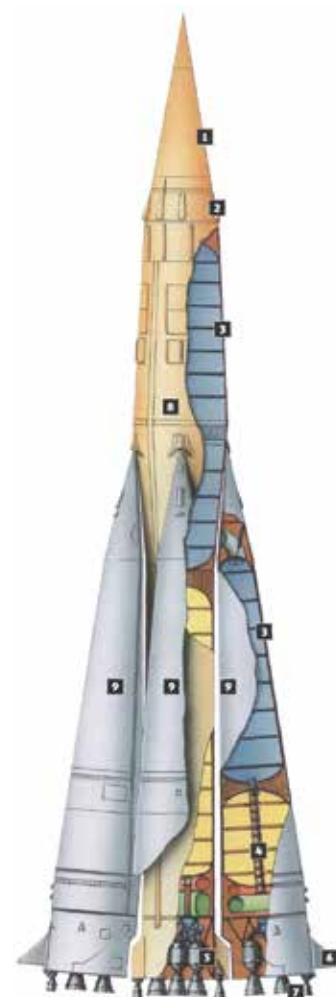


Схема вариантов изготовления корпуса бака вафельной структуры



Структурный состав топливных баков:
А - обечайный вариант;
Б - панелированный вариант



Межконтинентальная ракета Р-7 (НИИ-88, С.П. Королев): 1-главная часть; 2-отсек приборов; 3-баки окислителя; 4-туннельная труба окислителя; 5-маршевый двигатель центрального блока; 6-аэродинамический руль; 7-камеры сгорания маршевого двигателя центрального блока; 8-центральный блок; 9-боковой блок

Рис. 1. Варианты изготовления конструкций топливных баков ракет-носителей

ния. Через крайние форсунки поступает только горючее, избыток которого у огневой стенки защищает ее от прогара. Каждые две камеры сгорания объединяются в блок.

Изготовление таких уникальных конструкций требовало решения многих научных, технологических и конструкционных задач. Понятно, что такие задачи не могло решить самостоятельно ни-

какое самое крупное и комплексное НИИ и КБ. К работе на ракетостроение, кроме собственных исполнителей, привлекались десятки «смежников». Ракетостроение было одной из самых засекреченных отраслей, как в СССР, так и в других странах, и мало что было известно об аналогичных работах.

Было очевидно, что многие задачи нужно решать впервые в мире. Цикл воплощения идеи в из-

делие состоял из научных исследований, конструкторских работ (общая схема, компоновка, детализация). Комплектующие изделия и технологии, созданные в отраслевых НИИ, КБ, академических институтах, вузах поступали ракетным КБ и НИИ, где тщательно исследовались на соответствие требованиям. После заключения нескольких комиссий, приступали к технологической подготовке.

Основная цель - проверить новые конструкции, технологии и оборудование в производственных условиях, при необходимости скорректировать чертежи, проанализировать, изготовить опытный образец, контролировать качество. А кроме того обучить специалистов КБ и заводов.

В то время важнейшей технологией соединения в ракетостроении США была дуговая сварка в инертных газах. Только при изготовлении самого маленького из резервуаров для горючего и жидкого кислорода первой ступени «Сатурн-1» диаметром 1,78 м, выполнено более 120 сварных швов, идущих как продольно, так и по окружности. Способы дуговой сварки в инертном газе (аргоне или гелии) все больше использовали для крепления защитных оболочек ракет и их конусов с системами наведения. Но с жидкотопливными ракетами возникли неприятности. Американским «коллегам» не удалось справиться с задачей высококачественной сварки алюминиевых сплавов. Из-за нарушения герметичности баков жидкотопливные ракеты класса «Титан» не выдерживали норм хранения на стартовой позиции (т.е. в заправленном состоянии). Поэтому в дальнейшем была форсирована разработка твердотопливных ракет и на вооружение США были постепенно сданы тактические ракеты «Полярис» морского базирования, межконтинентальные ракеты «Минитмен-1», «Минитмен-111», «М-М-Х» наземного и «Трайидент» морского базирования [6]. При изготовлении корпуса баллистической ракеты «Юпитер» из алюминиевых сплавов было выполнено более 300 м сварных швов. Способы дуговой сварки в инертном газе позже были использованы для соединения элементов из стали компанией «Сан Шипбилдинг энд Драй» для производства ракет диаметром 6,6 м и высотой 18,3 м. Такими же способами были сварены конструкции межконтинентальной баллистической ракеты «Атлас» из нержавеющей стали, воздушные резервуары «Боинг» и элементы тактических ракет из титана. Со временем на высококипящих компонентах топлива на вооружение была принята тяжелая межконтинентальная баллистическая ракета «Титан-2» [7].

Институт электросварки им. Е.О. Патона вместе со многими КБ, НИИ, предприятиями усилил работы по ракетной тематике. В частности, необходимо было создать надежные технологии соединения больших конструкций (топливных баков, корпусов гироскопов, боеголовок, ядерных двигателей

и космических летательных аппаратов и др.). Задача усложнялась рядом факторов. Несимметричный диметилгидразин обладал чрезвычайной проникающей способностью. Внутри листового проката и штампованных деталей имелись протяженные оксидные и другие включения, которые раскрывались в зоне сварки. Пространственные тонкостенные конструкции топливных баков при сварке, особенно при монтаже на боковой поверхности люков, деформировались сверх допустимой нормы. В течение 1950-х гг. способы, основанные на дуговых процессах, занимали лидирующее положение в производстве ракетно-космической техники [8, 9].

Цикл воплощения идеи в изделие состоял из научных исследований, конструкторских работ (общая схема, компоновка и т.д.), разработки технических заданий и выбора готовых комплектующих (двигателей, систем управления и т.п.), технологической подготовки (выбор оборудования, разработка оснастки, технологий, нормирование и др.), изготовления опытных образцов, испытания их, корректировки документации. Все это положено делать в КБ, а затем проект передавать на завод. Здесь в свою очередь необходимо было проверить новые технологии, обучить специалистов, выполнить рабочие чертежи, изготовить опытный образец, контролировать качество и др.

М.К. Янгель, как конструктор и человек с очень широким кругозором, прекрасно понимал, что решение проблемных вопросов в ракетно-космической технике невозможно без активного участия ученых из всех секторов науки - академического, отраслевого, вузовского. Он широко привлекал к активному сотрудничеству многие институты СССР, в т.ч. институты Академии наук УССР. В свою очередь институты стремились к тому, чтобы логическим продолжением их фундаментальных исследо-



Рис. 2. Б.Е. Патон с подарками Главных конструкторов ракет

ваний были прикладные исследования и разработки в интересах создания новой техники [1].

Из большого списка работ только для изготовления несущих конструкций ракет из алюминиевых сплавов, которыми пришлось заниматься Институту электросварки под руководством Б.Е. Патона, можно выделить следующие основные направления:

1. Комплексные исследования природы сварки и пайки, и создание на их основе высокопроизводительных технологий соединения материалов; разработка высокоэффективных сварочных материалов, технологий и оборудования для их производства.

2. Исследование прочности, надежности и долговечности сварных соединений и конструкций, разработка основ проектирования и комплексного механизированного производства сварных конструкций;

3. Исследование и разработка систем диагностики несущей способности сварных конструкций; приборы и методы неразрушающего контроля;

4. Разработка источников питания с улучшенными характеристиками; автоматизация сварочных процессов; разработка новых систем слежения за технологическим процессом.

Корпус гиросtabilизатора отливали из сплава алюминия, на его днище располагалась разнообразная аппаратура. Плата стабилизатора должна иметь три степени свободы относительно корпуса. Поэтому корпус и плата стабилизатора связаны через карданов подвес. Его внешняя рамка называется лирой. Она изготовлена из титана. Лира установлена в подшипниках корпуса. Действие гироскопической стабилизации заставляет лиру оставаться неподвижной при вращениях корпуса.

Благодаря такому кардановому подвесу и стабилизации его тремя гироскопами, сохраняется неизменным положение платы стабилизатора в пространстве, независимо от эволюций ракеты в полете.

Применение впервые на ракете 8К65 генератора программируемых импульсов вместо кулачковых программных механизмов, как это практиковалось на более ранних образцах ракет дальнего действия, уменьшило погрешности разворота ракеты на цель, повысило точность стрельбы на дальнем расстоянии. Автономная система управления полетом на базе гиросtabilизированной платформы позволила существенно повысить точность стрельбы как по дальности, так и в боковом направлении.

Корпус хвостового отсека выполнен в виде тонкостенной конической оболочки, подкрепленной продольно-поперечным набором из стрингеров и шпангоутов. Оболочка изготовлена в форме кругового прямого усеченного конуса с большим основанием в зоне донного среза корпуса ракеты. Материалы конструкции, алюминиевые сплавы: оболочки – Д19АТ, подкрепляющего набора – Д16Т. Конструкция корпуса – клепаная, негерметичная. Коническая форма корпуса хвостового отсека и ее ис-

пользование в компоновке ракеты большим основанием к донному срезу позволяют разместить двигатель, сдвинуть центр давления вниз по длине ракеты от центра масс и улучшить ее стабилизацию в полете. Такие конструктивные и технические особенности уменьшили массу корпуса до 7,1 т. Однако, это, кроме упомянутых выше проблем, значительно усложняло поисковые работы ИЭС им. Е.О. Патона.

На ракете устанавливался маршевый двигатель РД-216 из двух идентичных двигательных блоков 8Д513, объединенных рамой крепления и имеющих общую систему запуска, каждый из которых имел две камеры сгорания, турбонасосный агрегат (ТНА), газогенератор, работающий на основных компонентах топлива, и систему автоматики. Камеры сгорания ЖРД – паяно-сварной конструкции с внутренним и регенеративным охлаждением. Корпус камеры образован двумя оболочками – огневой бронзовой стенкой и стальной рубашкой.

Научно-технические и организационные проблемы Б.Е. Патон решал оперативно, лично руководил разработкой и внедрением новейших технологических процессов, и конструированием оборудования. Отдел № 7 (Д.М. Рабкин, А.Я. Ищенко, Б.А. Стебловский и др.) разработал технологию аргонодуговой сварки стыковых соединений с периодически изменяющимся сечением. Для изготовления газоструйных рулей управляющих органов и пороховых двигателей для торможения отделившейся головной части потребовались новые технологии сварки жаропрочных сталей и жаростойких покрытий. С этими задачами справились отделы № 5 и № 11 (А.Е. Аснис, Б.Н. Кушниренко, А.К. Царюк и др.), отдел № 13 (Б.А. Мовчан). Способы уменьшения деформаций были разработаны в отделе № 8 (С.Б. Касаткин, Л.М. Лобанов и др.). Технологию сварки узлов из титановых сплавов разработали в отделе № 30 (С.М. Гуревич, В.П. Прилуцкий и др.). Разработкой неразрушающих методов контроля качества занялись в отделе № 4 (В.А. Цечаль и др.) К разработке технологий сварки, пайки, наплавки, напыления, к созданию аппаратуры привлекались и другие подразделения ИЭС.

Б.Е. Патон развернул доработку оборудования и технологий непосредственно на местах ракетостроения, с привлечением специалистов КБ и предприятий. Для внедрения новой техники на заводы и в КБ командировались ведущие специалисты института и эти командировки растягивались иногда на несколько месяцев, до тех пор, пока все вопросы не будут сняты. Для опытной проверки разработок выбирались мощные, основные предприятия, куда отправляли опытных специалистов, работу которых систематически контролировал Борис Евгеньевич. Был создан специальный отдел № 192 – внедрения оборудования и технологий в ракетостроение. Руководитель отдела Б.А. Стебловский в

целях оперативности был наделен правом «директорской подписи». Разработчики из научных отделов, отделов конструирования оборудования и сотрудники отдела внедрения оборудования и технологий в ракетостроение работали в лабораториях ракетостроительных НИИ и КБ в Москве и Подмоскovie (Реутове, Калининграде, Химках), на заводах в Днепропетровске, в Куйбышеве (Самара), в Оренбурге, Миассе, Перми, Красноярска, на Байконуре и на др. заводах страны. О состоянии работ сотрудники докладывали директору почти каждую неделю, но еще чаще проходили директорские совещания. В архиве ИЭС сохранено сотни протоколов, по которым можно составить представление о деятельности директора в этой отрасли.

За 6 месяцев – с июня по декабрь 1960 г. на заводах № 586 (ЮМЗ) и № 1001 (с 1964 г. - Красноярский машиностроительный завод) было изготовлено 50 ракет Р-14 (SS-5) (рис. 3, 4) и на Государственном Центральном полигоне №4 (космодром Капустин Яр) проведено 44 пуска. Понятно, что при реальном использовании по назначению ракеты с ядерными боеголовками должны работать безотказно. Испытания продолжались.



Рис. 3. Ракета Р-14 (SS-5 - Slean).
Музей Ракетных войск
стратегического назначения (РВСН),
Балабаново, Московская обл.

Всего было запущено 182 ракеты, из них с успешными пусками – 93%. Претензий к сборочно-сварочным технологиям не было – отказы случались в основном из-за недостатков работы электроники. Была достигнута дальность стрельбы 4 500 км, точность стрельбы 5 км. В дальнейшем ракета 8К65 использовалась в космических целях. На ее базе была создана геофизическая ракета «Вертикаль» – для реализации международной программы сотрудничества стран СЭВ в области исследова-

ния и использования космического пространства («Интеркосмос»).

Ракета Р-14 (рис. 3, 4) была принята на вооружение постановлением правительства от 24 апреля 1961 г. Первый дивизион с четырьмя стартовыми позициями встал на боевое дежурство 31 декабря 1961 г. в г. Глухове. К 1965 г. было развернуто 97 пусковых установок.

Так еще одна ракета, созданная в ОКБ-586 и заводом № 586, подтвердила правильность идеи и возможность изготовления стратегических ракет на высококипящих компонентах топлива, вес которых составил 79,2 тс. Важнейшим условием реализации этого направления ракетостроения была абсолютная герметичность топливных баков. Благодаря достаточно высокому качеству соединения, в первую очередь сварочным технологиям, достигнут 30-ти суточный гарантийный срок нахождения ракеты в заправленном состоянии.

Для того, чтобы обеспечить возможность защиты ракет от нападения вероятного противника на старте как из наземных сооружений, так и из укрытия, в 1963 г. был создан унифицированные варианты ракетных комплексов Р-12У и Р-14У, а затем и Р-16У. Стартовое оборудование разработали и изготовили на Новокраматорском машиностроительном заводе, транспортное оборудование – на Дружковском машиностроительном заводе. В ЦКБ-34 (Главный конструктор Е.Г. Рудяк) разработали шахтные пусковые установки «Чусовая», «Шексна-В» и др.

Ввиду обострившейся международной обстановки правительство СССР в мае 1959 г. распорядилось ускорить разработку ракетного комплекса Р-16 (рис. 5) (межконтинентальной баллистической ракеты 8К64 – SS-7), выйти на летные испытания в конце 1960 г., начать серийное изготовление ракет с 1962 г. С целью объединения производственных мощностей и ускорения перехода на серийное изготовление ракет ОКБ-586 и завод № 586 М.К. Янгель и А.М. Макаров приняли решение передать экспериментальное производство ОКБ заводу. Ракета 8К64 – первая межконтинентальная двухступенчатая баллистическая ракета, созданная ОКБ и заводом. Топливные баки I ступени и бак «Г» II ступени



Рис. 4. Ракета Р-14 - на параде, Москва, 07.11.1967 г.

– панельной конструкции, а бак «О» II ступени изготовлен из листового сплава АМгб с применением химического фрезерования. В качестве управляющих органов впервые использованы качающиеся камеры рулевых двигателей.

Одновременно с совершенствованием бое-



Рис. 5. Ракета Р-16 (SS-7 - Saddler), Музей РВСН, Балабаново, Московская обл.



Рис. 6. Первые МБР СССР

1961 г. уже в ходе летных испытаний ракет 8К64 и 8К65 было предписано заменить их в головных частях (ГЧ). К 1962 г. были разработаны унифицированные ГЧ, пригодные для ракет обеих конструкций. Учитывая возможные успехи в совершенствовании ядерного оружия, в КБ приняли решение в дальнейшем придерживаться унификации.

24 октября 1960 г. на 5-м НИИП (Байконур) во время подготовки к первому пуску по программе ЛКИ произошел неожиданный сбой – включились двигатели второй ступени. Сгорели 74 человека и были ранены 49 человек. Погибли председатель Госкомиссии маршал М.И. Неделин, заместители Главного конструктора ОКБ-586 Л.А. Берлин и В.А. Концевой, главные конструкторы, ведущие специалисты ОКБ-586 и др. КБ. Так закончилось стремление рапортовать об успехах к очередной годовщине Октябрьской революции.

В феврале 1961 г. состоялся первый успешный пуск Р-16. Пробные пуски продолжались целый год. Еще один год, с июля 1962 г. проходил испытания шахтный вариант 8К64У. В мае 1963 г. на Байконуре групповой пуск из трех шахт продемонстрировали руководителям стран социалистического содружества.

Всего было проведено 307 пусков, из них 91% – успешно. Ни одной аварии не случилось по вине некачественной сварки или пайки. Сотрудникам ИЭС им. Е.О. Патона пришлось работать не только в Днепропетровске, а и в Омске на заводе № 166, где развернули серийное производство ядерных ракет с мощностью заряда 1,6 Мт, дальностью стрельбы 13 000 км, точностью стрельбы ± 10 км.

В успешное решение проблем изготовления надежных ракетных комплексов первого поколения,

внесли большой вклад сотрудники ИЭС им. Е.О. Патона и специалисты многих других организаций. В середине 1970-х гг. им пришлось участвовать в производстве ракет тяжелого класса со сверхмощными ядерными зарядами.

Литература

1. Корниенко А.Н. М.К. Янгель у истоков отечественного ракетостроения (штрихи к портрету). // Наука и науковедение. – 2011. – № 4. – С. 19–34.

2. Колтачихина О.Ю., Храмов Ю.А. Основные периоды и этапы развития ракетно-космической техники Украины (к 60-летию КБ «Южное» им. М.К. Янгеля). Ч. 1 // Наука и науковедение. – 2014. – № 1. – С. 85–100.

3. Санин Ф.П., Джур Е.А., Кучма Л.Д., Хуторний В.В. Развитие ракетно-космической техники в Украине: Учебник. – Д.: АРТ-ПРЕСС, 2002. – 402 с.

4. «Секретное» подразделение отрасли: очерки по истории физико-технического института Днепропетровск. национал. университета. / Редкол.: Н.В. Поляков и др./ – Д.: Изд. Днепропетр. универ., 2001. – 376 с.

5. Корниенко А.Н. Вклад Института электросварки им. Е.О. Патона в ракетостроение, в производство ракетных конструкций из алюминиевых сплавов. // Наука и науковедение. – 2014. – № 2. – С. 104–116.

6. Agnew S.A., Anderson N.E., Felmley C.R. et al. Welding aluminum space launch vehicles. // Welding Journal. – 1964. – № 11. – P. 932-936.

7. Orbiter Cabin Extends Aluminium Welding Capacity. // Welding Des. – 1976. – № 4. – P. 71–73.

8. Литвинов О.П. Разработка отечественных технологий сварки алюминиевых сплавов для ракетно-космических комплексов. Программа научных чтений «Днепропетровская орбита-2006». – Днепропетровск, 14–16 сентября 2006.

9. Литвинов О.П. Создание и внедрение передовых технологий ракетостроения под руководством Б.Е. Патона. // Вопросы истории науки и техники. – 2008. – № 3. – С. 19–25.

●#1327

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА

Название книги	Цена (руб.)*
В. М. Литвинов, Ю. Н. Лысенко. Кислородная резка и выпечной 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 совре- менных 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 термиче- ская обработка в энергетике. 2006. — 320 с. 500	
Г. И. Лашенко. 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. Переплетчиков, 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. Лашенко, 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. Лашенко. 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