

Производственно-технический журнал

СВАРЩИК

№ **5** 2016

В РОССИИ

технологии — производство — ремонт

TECHNOLOGY FOR THE WELDER'S WORLD



MB EVO PRO.
НОВЫЙ
стандарт ...

ООО «АБИКОР БИНЦЕЛЬ

Сварочная техника»

129343, г. Москва, ул. Уржумская, д. 4

Тел.: (495) 221-84-81, 221-84-82,

факс: 510-64-70

E-mail: binzel-abicor@yandex.ru



www.binzel-abicor.com

5 (63) 2016

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

№ 5 2016

В РОССИИ

СОДЕРЖАНИЕ

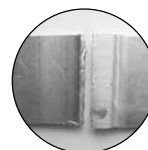
Новости техники и технологий 4



Технологии сварки трением

Сварка трением с перемешиванием. Алюминий и медь.

П. А. Васильев, М. А. Шведов, О. Б. Гусева, В. С. Григорьев 6



Технологии сварки труб

Аналитические решения APOLTHES и сварочная технология.

С. Е. Семенов 8



Производственный опыт

Чугунные изделия после восстановительных работ эксплуатируются
длительное время. Опыт Уралмашзавода.

В. И. Панов 14

О некоторых применениях в промышленности вакуумных
конденсаторов из различных металлов и сплавов.

В. А. Васильев 19



Кислородная резка в потоке непрерывной разливки стали.

В. М. Литвинов, Ю. Н. Лысенко, С. А. Чумак 22



Наши консультации 26

Технологии послесварочной обработки

Центр малоэнергоёмких технологий послесварочной обработки
металлоконструкций.

Г. И. Лашенко 29



Сварочное оборудование

Автоматы АДЦ 625 УЗ.1, 626 УЗ.1, 627 УЗ.1 для орбитальной сварки
трубопроводов 32



Выставки

Weldex / Россварка 2016 34



Страницы истории

ИЭС им. Е. О. Патона в годы войны 1941–1945 гг.

А. А. Мазур, В. И. Снежко 36

News of technique and technologies 4

Technologies of friction welding

Friction welding with stirring. The aluminum and copper.

P.A. Vasil'ev, M.A. Shvedov, O.B. Guseva, S.V. Grigor'ev . . 6

Technologies of pipes welding

Analytical solutions APOLTHES and welding technology.

S.E. Semenov 8

Production experience

Cast iron products after rehabilitation works are operated for a long period of time. Experience of Uralmashzavod.

V.I. Panov 14

Some industrial applications of vacuum capacitors from various metals and alloys

V.A. Vasil'ev 19

Oxygen cutting in a stream of continuous casting of steel

V.M. Litvinov, Yu.N. Lysenko, S.A. Chumak 22

Our consultations 26

Technologies of post welding treatment

Center of low-energy technologies of post-welding treatment of the metal constructions.

G.I. Lashenko 29

Welding equipment

Automatic systems ADC 625 U3.1, 626 U3.1, 627 U3.1

for orbital welding of pipelines 32

Exhibitions

Weldex / Rossvarka 2016 34

Page of history

The EWI named E. O. Paton during the war years 1941–1945.

A.A. Mazur, V.I. Snezhko 36

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

Редакторы Р. С. Сухомуд
О. А. Трофимец

Верстка и дизайн А. В. Рябов

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 17.11.2016. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная. Бумага офсетная. Гарнитура PetersburgC. Отпечатано в ЗАО «ТДДС-Столица-8». Заказ № П0000012285 от 17.11.2016. 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. Рябцев

Адрес редакции 03150, Киев, а/я 337

Телефон +380 44 200 5361

Тел./факс +380 44 200 8018, 200 8014

E-mail welder.kiev@gmail.com
trofimits.welder@gmail.com

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

Подписка-2016

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

Сварка трением с перемешиванием. Алюминий и медь.

П.А. Васильев, М.А. Шведов, О.Б. Гусева, В.С. Григорьев

Рассмотрена технология сварки трением с перемешиванием. Приведены исследования соединения алюминий – медь при сварке стыкового шва по накладной технологической пластине и рассмотрена условная схема процесса. Показано, что технология сварки трением с перемешиванием с накладной пластиной биметаллических соединений позволяет выполнять сварку пакетов, составленных из медной фольги. Полученные результаты испытаний подтверждают широкие возможности технологии сварки трением с перемешиванием при производстве конструкций с биметаллическими соединениями, что позволяет разрабатывать изделия на основе новых технологических решений с иными техническими характеристиками и меньшей трудоемкостью изготовления.

Аналитические решения APOLTHES и сварочная технология.

С.Е. Семенов

Определены закономерности отклонений центра сечения и точек зенита (Z) и надира (N) овальных труб в процессе их вращения на роликоопорах. Установлено, что величина расчетного показателя, отражающего влияние раскрытия роликоопор, зависит от позиции вращаемой овальной трубы. Определены отклонения рассматриваемых точек труб при их вращении на роликоопорах с суммарным углом раскрытия 90°. Отмечено, что наблюдаемая стабилизация высотного положения центра сечения овальной трубы позволяет упростить методику аналитической оценки. Обоснована целесообразность циклических перемещений роликоопор по выбранным оптимальным траекториям в процессе вращения овальной трубы. Предложено применение стенов с углом раскрытия роликоопор 90° вместе со сварочным оборудованием тракторного типа. Обоснована предложенная методика расчетной оценки отклонений точек Z и N, используемая при разработке алгоритмов работы установок для сварки поворотных кольцевых швов овальных труб.

Чугунные изделия после восстановительных работ эксплуатируются длительное время. Опыт Уралмашзавода.

В.И. Панов

Описаны технологические основы и успешное применение на Уралмашзаводе ремонтной сварки чугунных изделий методами горячей, полугорячей и холодной сварки. Приведены примеры выполнения восстановительных работ без применения сварки плавлением. Отмечено, что отремонтированные чугунные конструкции эксплуатируются длительное время.

Кислородная резка в потоке непрерывной разливки стали.

В.М. Литвинов, Ю.Н. Лысенко, С.А. Чумак

Представлены резаки РГКМ-6С для кислородной резки слитков толщиной до 700 мм и РГКМ-6СН - для резки слитков сечением 250х250 на форсированных режимах, для работы на установке непрерывной разливки (УНРС) сталей на ДП «УБ и ВТ» (Сумы). При проектировании этих резаков применены новые решения, которые отсутствовали у аналога. Технические характеристики резаков свидетельствуют, что необходимое для резки слитка конкретной толщины количество рабочих газов устанавливается не изменением давления газов, а заменой мунштука, которое легко осуществить. Установлено, что при резке на форсированных режимах слитки можно разрезать на первой позиции резки УНРС сразу на мерные части, что вдвое сокращает трудоемкость и расход энергоносителей. Внедрение резаков серии РГКМ-6 повысило надежность и экономичность процесса кислородной резки слитков на УНРС и устранило зависимость предприятия от импорта изнашиваемых деталей резаков.

Центр малоэнергоемких технологий послесварочной обработки металлоконструкций.

Г.И. Лашенко

Описаны тенденции расширения применения малоэнергоемких технологий послесварочной обработки металлоконструкций, таких как: поверхностное пластическое деформирование, вибрационная, взрывом, электрогидроимпульсная и электродинамическая обработки, применение которых снижает остаточные напряжения первого рода до 50–60 %, а энергетические затраты уменьшает в 50 раз. Предлагается создание негосударственного инженерно-технического центра малоэнергетических технологий послесварочной обработки металлоконструкций. Приводятся основные направления его деятельности и этапы применения этих технологий с целью снижения остаточных деформаций.



Новая производственная база ООО «Головной аттестационный центр Республики Башкортостан» и ООО «Аттестационный центр СваркаТехСервис»



На площади более чем 1000 м² находятся 25 постов по основным способам сварки, лаборатория неразрушающих методов контроля и механических испытаний, лаборатория для аттестации сварщиков полимерных материалов, участок механической

обработки КСС, помещения для обеспечения всего комплекса работ Центра оценки квалификации, 5 аудиторий для проведения консультаций и теоретических экзаменов, 2 поста, предназначенные для практической подготовки и аттестации сварщиков, работающих на объектах ПАО «Транснефть» и ПАО «Газпром», офисные помещения. Производственная база оснащена современным оборудованием для проведения контроля КСС всеми методами неразрушающего контроля, в том числе сертифицированной лабораторией радиографического контроля. Парк оборудования для разрушающих методов представлен двумя разрывными машинами, прессом и копром.

<http://www.naks.ru/>

● #967

Титановая сварочная проволока производства ЧМЗ признана лучшей в России



Титановая сварочная проволока производства Чепецкого механического завода (входит в Топливную компанию Росатома «ТВЭЛ (ЧМЗ)») получила международное признание экспертов. На проходившей в Москве выставке «Россварка/Weldex 2016», АО «ЧМЗ» удостоено диплома «За лучшую титановую сварочную проволоку России». На международном форуме новейшее сварочное оборудование и материалы презентовали около 200 компаний из 17 стран мира. Сварочное направление номенклатуры изделий АО «ЧМЗ» было представлено титановой сварочной проволокой с уникальными техническими характеристиками. Ее главной особенностью и конкурентным преимуществом является низкое содержание

водорода (не превышает 0,001%), что исключает возможность растрескивания сварного шва и обеспечивает высокое качество сварной поверхности. Полный цикл изготовления титановой проволоки в АО «ЧМЗ» — от слитка до готового изделия — позволяет контролировать качество продукции на всех производственных этапах.

Как отметил директор научно-образовательного центра Томского политехнического университета (ТПУ) Василий Федоров, посетивший выставочный стенд ЧМЗ, представленные характеристики продукции предприятия привлекли внимание специалистов университета. Титан производства Чепецкого механического завода будет рассмотрен в качестве конструкционного материала для космических разработок научно-образовательного центра ТПУ.



<http://chmz.net/>

● #968

Средства индивидуальной защиты органов дыхания с принудительной подачей воздуха и сварочные щитки Speedglas будут производиться на заводе в Волоколамске

Локализация новых продуктов компании ЗМ связана с успехами местного производства. За 8 лет общий объем производства Волоколамского завода вырос в пять раз. Недавно освоено производство всей линейки легких респираторов ЗМ, включая модели 3-го класса защиты. В 2015 г. начал экспорт продукции, произведенной в России. С 2016 г. респираторы волоколамского производства поставляются в Центральную и Восточную Европу. По сравнению с 2015 г. объем экспортируемых продуктов увеличился втрое. Компания ЗМ ведет работу над получением необходимой документации, чтобы расширить ассортимент продукции, производимой в России и поставляемой в другие страны.

«Доля продаж продукции в России в общем объеме продаж компании составляет 18%. Половина приходится на разработки, созданные в лаборатории в Волоколамске. Наша долгосрочная цель заключается в том, чтобы 50% продукции компании ЗМ, которая продается в России, производилось локально. На заводе успешно налажено производство всех видов легких респираторов, которые модернизируются и совершенствуются. Сегодня мы приступа-

ем к локализации средств индивидуальной защиты органов дыхания с принудительной подачей воздуха и щитков для защиты сварщика. Мы начинаем работу со сборочных операций и производства отдельных элементов, затем в наших планах последовательно углублять степень локализации этих изделий», — комментирует R&D директор «ЗМ Россия» Сергей Дмитрук.

Директор Производственного департамента «ЗМ Россия» Александр Черепанов сообщил: «Наша компания придерживается стратегии избирательной локализации. Мы производим в России высокотехнологичные продукты, востребованные на этом рынке. Развитие локального производства позволяет минимизировать зависимость стоимости конечного продукта от колебаний курсов валют. Основная задача волоколамского завода — углубление уровня локализации выпускаемой продукции, расширение перечня продукции, произведенной в России из местных компонентов».

<http://ogirussia.com/>

● #969

«ЗиО-Подольск» прошел ресертификацию сборочно-сварочного производства

ПАО «ЗиО-Подольск» (входит в машиностроительный дивизион Росатома — «Атомэнергомаш») получило сертификаты соответствия высшему уровню требований международного стандарта ISO 3834 — нормативного документа, являющегося логическим продолжением стандартов серии ISO 9000 применительно к сборочно-сварочному производству.

Ресертификационный аудит прошел на предприятии в апреле 2016 г. Его провели представители сертифицированного органа «Прометей-Серт», который уполномочен Международным институтом сварки (IIW) и Европейской федерацией по сварке (EWF) на право сертификации сборочно-сварочных производств России путем оценки соответствия международному стандарту ISO 3834. Аудит проходил под наблюдением представителей IIW и EWF: президента EWF, председателя группы «А» IIW Бодта Хендрикуса Иоаннес Мария, а также директора EWF, исполнительного директора ANB СС Чехии Вацлава Минарика. Гости проконтролировали соблюдение требований наиболее высокого уровня стандарта ISO 3834-2 — при организации сборочно-сварочного производства завода и реализации его положений в условиях реального производства.

Положительные итоги аудита «ЗиО-Подольск» не случайны. Завод в течение 30 лет занимает ведущие позиции в промышленности России по внедрению международной системы организации сварочного производства, чему способствовал опыт выполнения ряда заказов (оборудования для АЭС «Ловииза» (Финляндия), теплообменных аппаратов для проекта «Сахалин-2», мусоросжигательных заводов для Западной Европы и России, а также котлов-утилизаторов). Ресертификация предприятия стала еще одним подтверждением возможностей завода по качественному изготовлению наиболее сложного и ответственного оборудования с применением сварки, независимо от области использования.

Вручение сертификатов IIW и EWF состоялось в рамках 16-й международной выставки сварочных материалов, оборудования и технологий Weldex/Россварка-2016, проходившей 11–14 октября 2016 г. в Москве. Срок действия сертификатов — три года.

<http://www.rosatom.ru/>

● #970

Сварка трением с перемешиванием. Алюминий и медь

П. А. Васильев, М. А. Шведов, О. Б. Гусева, В. С. Григорьев, Чувашский государственный университет (Чебоксары)

Технология сварки трением с перемешиванием на сегодняшний день достаточно хорошо известна и широко применяется в транспортном машиностроении, прежде всего в судостроении и вагоностроении при производстве изделий из алюминиевых сплавов. Преимущественными факторами указанного процесса являются значительное снижение трудоемкости при изготовлении крупногабаритных заготовок за счет выполнения сварки стыкового шва за один проход с повышенной скоростью и отсутствие коробления металла, а также отсутствие вредных условий производства (выделения аэрозолей и светового излучения). Воспроизводимое качество шва обеспечивается посредством автоматизации процесса и минимального влияния человеческого фактора. В России процесс сварки трением с перемешиванием успешно применяется в ЗАО «Чебоксарское предприятие «Сеспель» с 2010 г. в производстве полуприцепов-цистерн из алюминиевых сплавов («Сварщик в России» № 1, «Сварщик» № 2, 2014 г.).

Принципиальным отличием сварки трением с перемешиванием от электродуговой является возможность получения конструкций сборочных узлов изделий сваркой исходных заготовок, выполненных из различных металлических сплавов. Это могут быть как соединения алюминиевых сплавов различного химического состава, так и соединения алюминий—медь. Соединения такого типа являются обязательным элементом теплообменных устройств и изделий силовой электротехники. В литературе приводятся результаты работ в этом направлении. Различие механических и физических характеристик соединяемых материалов требует особенно тщательного выбора и соблюдения технологического процесса сварки.

В целях исследования соединения алюминий—медь нами были проведены работы по сварке стыкового шва по накладной технологической пластине. Условная схема процесса показана на рис. 1. На стальную подложку 3 устанавли-

ваются алюминиевая 1 и медная 2 пластины. Поверх стыка устанавливается технологическая пластина 4 и прижимается к соединяемым пластинам и подложке прижимами 5. Вращающийся инструмент 6 внедряется в стык соединяемых деталей. Параметры сварки (усилие на инструменте F , частота вращения n , скорость подачи стола V) подбирались опытным путем соответственно геометрии рабочей части инструмента. Сварка производилась на опытной лабораторной установке, изготовленной ЗАО «Чебоксарское предприятие «Сеспель». На рис. 2 приведено фото образца сварного шва соединения АМг5—М1 с толщиной заготовок 3 мм. Технологическая пластина—сплав АМг5, толщина 1,5 мм. Поперечное сечение сварного шва, полученного двусторонней сваркой показано на рис. 3. Высота рабочей части инструмента—3 мм.

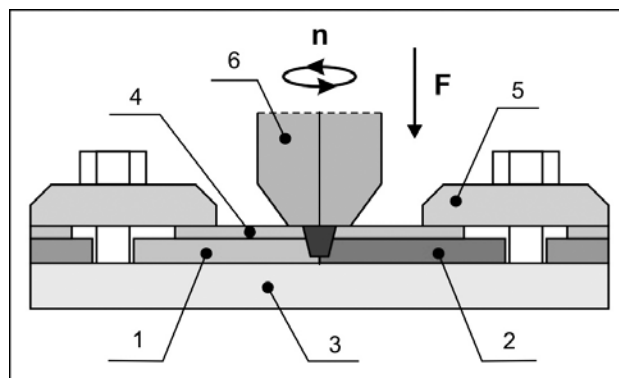


Рис. 1. Условная схема процесса сварки трением с перемешиванием биметаллического соединения: 1 – алюминиевая пластина, 2 – медная пластина, 3 – металлическая подложка, 4 – накладная технологическая пластина, 5 – прижимы, 6 – инструмент

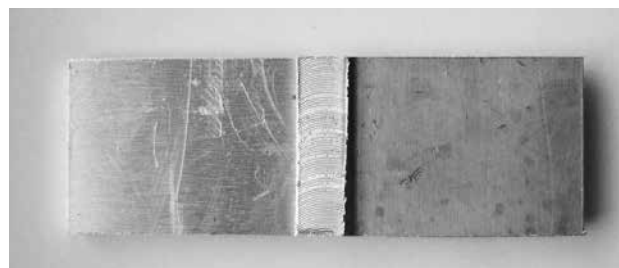


Рис. 2. Образец сварного шва соединения АМг5 – М1

Для оценки механических свойств сварного биметаллического соединения были изготовлены односторонней сваркой два опытных образца аналогичного строения. Высота рабочей части инструмента при этом составляла 4 мм. При испытании на статическое растяжение пределы прочности образцов составили 151 и 155 МПа. Поверхность разрыва проходила по границе раздела. Результаты испытания представлены на *рис. 4*.

Технология сварки трением с перемешиванием с накладной пластиной биметаллических соединений позволяет выполнять сварку пакетов, составленных из металлической фольги. На *рис. 5* показано поперечное сечение сварного



Рис. 3. Поперечное сечение соединения АМг5 – М1, полученного двусторонней сваркой

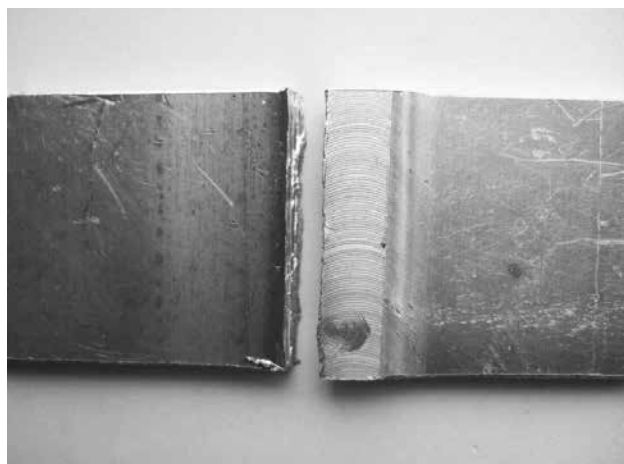


Рис. 4. Результат испытания на статическое растяжение соединения АМг5 – М1, полученного односторонней сваркой



Рис. 5. Поперечное сечение сварного шва соединения АМг5 – пакет 10х0,3 мм М1

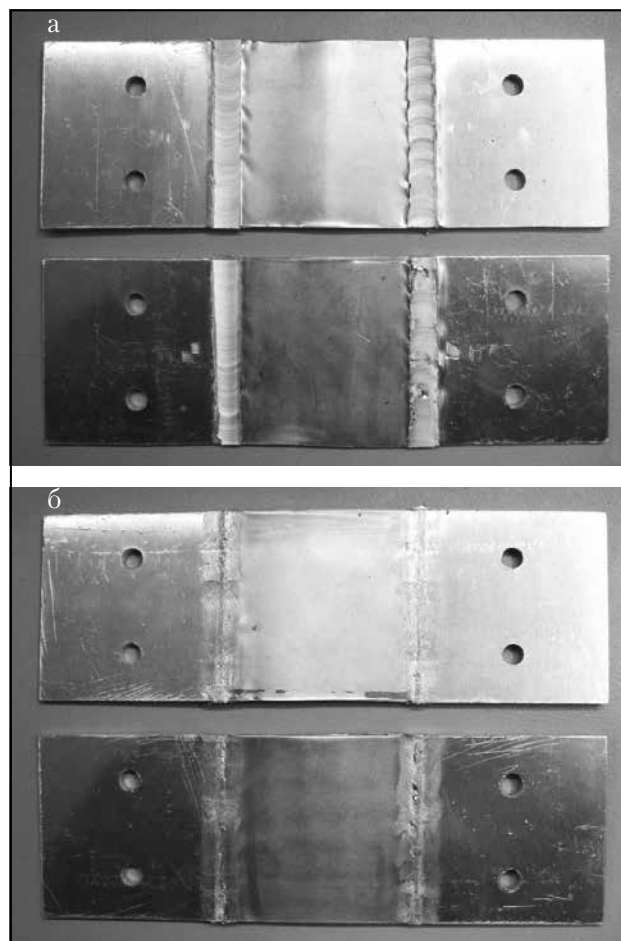


Рис. 6. а – лицевая сторона компенсатора АМг5 – пакет М1 – АМг5, б – обратная сторона компенсатора АМг5 – пакет М1 – АМг5

шва пакета, собранного из десяти слоев медной фольги толщиной 0,3 мм с пластиной из сплава АМг5 толщиной 3 мм, выполненного двусторонней сваркой. Таким способом, можно изготавливать компенсаторы, применяемые в электротехнике при монтаже силовых электрических цепей. На *рис. 6* (а и б) приведены фото лицевой и обратной сторон компенсаторов, состоящих из пластин сплава АМг5 толщиной 3 мм и пакета из десяти слоев медной фольги толщиной 0,3 мм, изготовленных односторонней сваркой.

Полученные нами результаты подтверждают широкие возможности технологии сварки трением с перемешиванием при производстве конструкций с биметаллическими соединениями, что позволяет разрабатывать изделия на основе новых технологических решений с иными техническими характеристиками и меньшей трудоемкостью изготовления.

Аналитические решения APOLTNES¹⁾ и сварочная технология

С. Е. Семенов, канд. техн. наук, Общество сварщиков Украины (Киев)

На основе аналитических решений уточнены закономерности отклонений центра сечения и, соответственно, точек зенита и надира овальных труб в процессе их вращения на роликоопорах. Установлено, что величина расчетного показателя ($\cos \alpha$), отражающего влияние раскрытия роликоопор, зависит от позиции вращаемой овальной трубы. С учетом выявленных закономерностей определены отклонения рассматриваемых точек труб с показателем овальности $b/a \geq 0,9$ при их вращении на роликоопорах с суммарным углом раскрытия 90° . Наблюдаемая в данном случае стабилизация высотного положения центра сечения овальной трубы позволяет упростить методику аналитической оценки, используя постоянную величину $\cos \alpha = 1/\sqrt{2}$. При этом радиус роликоопоры не оказывает существенного влияния на горизонтальную составляющую отклонения центра сечения и точек зенита и надира овальной трубы.

Обоснована целесообразность циклических перемещений роликоопор по выбранным оптимальным траекториям в процессе вращения овальной трубы.

Полученные результаты теоретических исследований предопределяют возможность выбора разных способов для стабилизации пространственного положения зоны сварки поворотных кольцевых швов овальных труб. Предпочтение заслуживает применение стенов с углом раскрытия роликоопор 90° в сочетании со сварочным оборудованием тракторного типа, обеспечивающим возможность горизонтирования тележки сварочного аппарата в процессе вращения овальной трубы. Предложенная расчетная схема может использоваться при разработке алгоритмов работы установок для сварки поворотных кольцевых швов овальных труб.

В работе [1] были рассмотрены закономерности отклонения самых верхней и нижней точек трубы, которые по аналогии с небесной сферой обычно называют зенитом (Z) и надиром (N).

Необходимость знать о положении указанных точек трубы обусловлена тем, что смещение электродов сварочных головок относительно точек Z и N является одним из основных технологических параметров процесса сварки поворотных кольцевых швов труб при их вращении на роликоопорах. Если представить, что труба вращается вокруг продольной оси, расположенной горизонтально

в центре (O) эллиптического сечения, то точки Z и N в вертикальной плоскости будут описывать фигуры по типу овала. Наибольший главный диаметр такого овала расположен горизонтально и по величине вдвое превышает его вертикальный диаметр. Очевидно, что полный замкнутый цикл перемещения точек Z и N будет соответствовать повороту овального сечения трубы на угол 180° . Параметры отклонений определяются размерами, степенью овализации и ориентацией сечения трубы.

Вращение на роликовом стенде дестабилизирует положение центра O овальной трубы, при этом отклонение точки Z увеличивается, а N уменьшается на величину отклонения центра O. Смещение центра овальной трубы учитывается с помощью параметра $\cos \alpha$, где α — угол раскрытия роликоопоры. Для уменьшения отклонений точек Z и N целесообразно, по возможности, увеличивать параметр α . Например, устанавливать суммарный угол раскрытия роликоопор, равный 90° .

В работе [1] приведены математические выражения, с помощью которых можно определять отклонения точек Z и N. Показано, что для труб малой овальности в расчетах можно принимать значение угла α , соответствующее вращению на роликоопорах трубы цилиндрической формы. Кроме того, было отмечено, что изменение радиуса роликоопоры при вращении трубы небольшой степени овальности практически не оказывает влияния на горизонтальное смещение точек Z и N.

Из-за неопределенности расчетного параметра $\cos \alpha$ возможность использования выводов работы [1] для труб с большей степенью овализации была не ясна.

Цель настоящей работы — обоснование рациональной методики расчетной оценки отклонений точек Z и N, а также условий стабилизации процесса сварки поворотных кольцевых швов труб или трубчатых изделий с повышенной овальностью. Важной частью поставленной задачи является обеспечение стационарного положения центра эллиптического сечения вращаемой трубы, что способствует уменьшению отклонений точки зенита. Способы деовализации или центрирования соединяемых элементов, основанные на применении оборудования станочного типа, в данной работе не рассматриваются.

В практике, например, производства газопроводных труб большого диаметра овальность определяется отношением разницы измеряемого в

¹⁾ Условное обозначение решений, полученных на основе теорем Аполлония

заданном сечении наибольшего и наименьшего диаметров к номинальному диаметру трубы [2]. В данной работе использовалась иная, принятая в теории эллипса оценка степени овализации показателем $k = b/a$, где b и a — наименьший и наибольший главные радиусы эллиптического сечения. Кроме того, рассматриваемую задачу предполагалось решать для изделий, овальность сечения которых ($k \geq 0,9$) на порядок превышает допустимую для труб. Исследуемые параметры определялись в системе координат, осью абсцисс S_r которой является линия, соединяющая центры роlikоопор, а ось ординат H_r проходит через точку, разделяющую пополам их межцентровое расстояние (рис. 1).

Основные закономерности и приложения теории к вращению овальных сечений.

На рис. 2 представлена условная схема расположения овальной трубы на роlikоопорах и обозначены параметры эллиптического сечения. Сопряженный с горизонтальным диаметром $2L$ и проходящий через точки Z и N диаметр $2M$ разделяет пополам хорду $2l$, параллельную диаметру $2L$. Условная хорда $2l$ соединяет точки касания овальной трубы с роlikоопорами (радиус роlikоопоры $r = 0$).

В результате математического анализа получено следующее уравнение:

$$\frac{l^2}{L^2} + \frac{m^2}{M^2} = 1 \quad (1)$$

Учитывая подобие треугольников O_0OE и OZD (рис. 2), можно записать соотношение:

$$\frac{m}{M} = \frac{h}{H} = \frac{s}{S}$$

В отличие от обычного уравнения эллипса в данном выражении параметры L и M являются переменными и при вращении эллипса изменяются в пределах $a \div b$. В сравнении с частными решениями, например, если хордой является гипотенуза треугольника, вершина прямого угла которого совпадает с центром эллипса, решение (1) распространяется на хорду любого расположения.

Уравнение (1) устанавливает соотношение между параметрами хорды и соответствующих ее ориентации сопряженных радиусов эллипса. На этой основе возможно точнее определять расчетное значение угла раскрытия роlikоопоры для заданной позиции овального сечения трубы. Параметр $\cos \alpha$ определяется выражением:

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{l^2[H]^2}{a^2 k^2}} \quad (2)$$

где $[H] = \frac{H}{a} = \sqrt{1 - e^2 \cos^2 \beta}$, e — эксцентриситет эллипса ($e^2 = 1 - k^2$).

Параметр $\cos \alpha$, будучи функцией от β , изменяет

свою величину при вращении эллиптического сечения. Параметр α можно рассматривать в качестве условного угла раскрытия роlikоопоры для цилиндрической трубы радиуса L (рис. 2). Для заданного β расчетное значение α соответствует половине центрального угла, охватывающего хорду $2l$ в окружности указанного радиуса L . Таким образом, для роlikовых стенов традиционной конструкции расчетный параметр α означает определяемый точкой касания условный угол раскрытия роlikоопоры цилиндрической трубы, радиус которой равен по величине горизонтальному радиусу эллиптического сечения.

Исходным для расчетной оценки отклонений рассматриваемых точек является горизонтально расположенный параметр l . Также, как и показатель α ($\cos \alpha$), его следует рассматривать в качестве условного расчетного параметра эллиптического сечения. Только в двух позициях ($\beta = 0$ и 90°) хорда $2l$

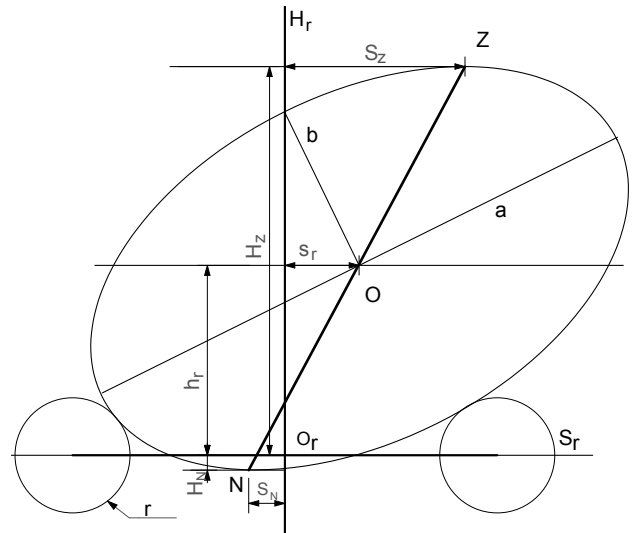


Рис. 1. Условная схема роlikового стенов.

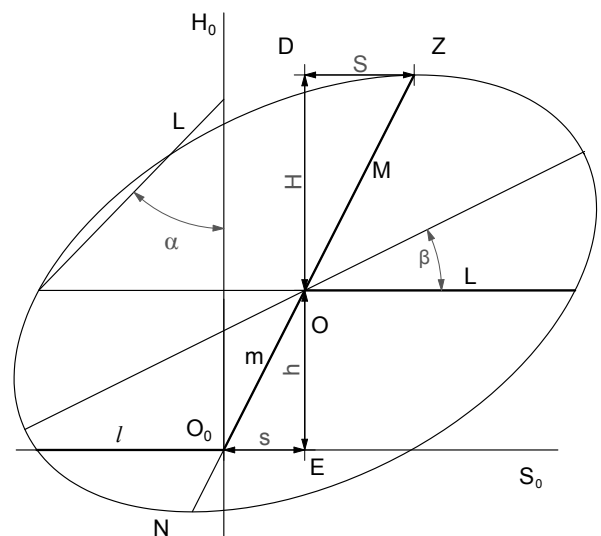


Рис. 2. Условное обозначение расчетных параметров эллиптического сечения трубы.

совпадает с реальной хордой, проходящей через точки касания овальной трубы с роликоопорами. В других позициях расчетная горизонтальная хорда $2l$ не совпадает с реальной хордой касания, что затрудняет проведение расчетов. В таких случаях, при необходимости, для повышения точности определения отклонения центра O можно использовать графоаналитический или численный методы.

С использованием уравнения (1) проведен анализ закономерностей изменения положения центра O

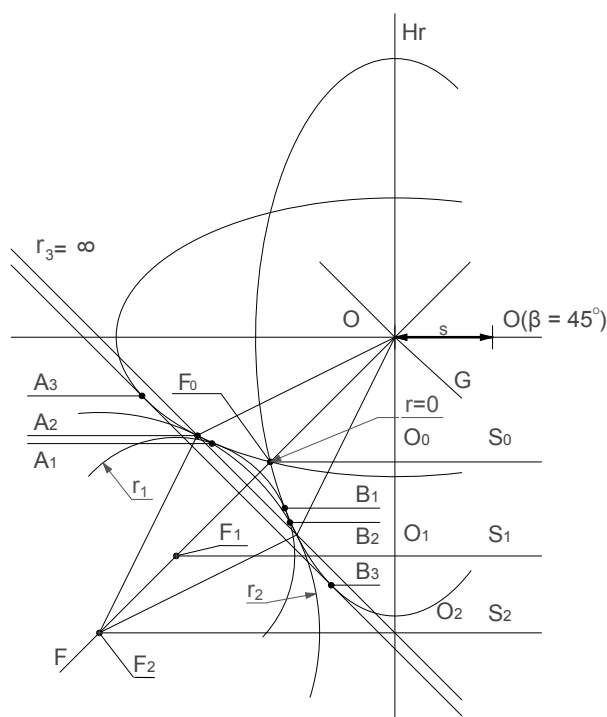


Рис. 3. Взаимное положение трубы и роликоопоры при $\alpha = 45^\circ$, $\beta = 0$ и 90° , r от 0 до ∞ (показано отклонение s центра O при $\beta = 45^\circ$).

при суммарном угле раскрытия роликоопор 90° . На рис. 3 представлена схема, относящаяся к данному варианту раскрытия роликоопор. Эллиптические сечения трубы соответствуют позициям $\beta = 0$ и 90° . Видно, что при повороте эллиптического сечения на 90° его центр O возвращается в положение, которое он занимал в позиции $\beta = 0^\circ$. Кроме того, можно заключить, что если центры роликоопор располагаются в любой точке на линии симметрии OF , то радиус роликоопоры не оказывает какого-либо влияния на изменение положения центра эллипса в рассматриваемых позициях. Следовательно, раскрытие роликоопор под углом 90° стабилизирует не только параметр h ($r = 0$), но и параметр h_r , характеризующий удаление центра эллипса от линии S_r . Используя известные геометрические соотношения, можно убедиться в том, что при условии $k \geq 0,9$ параметр h_r остается практически постоянным в любой позиции овального сечения трубы.

Из дополнительно проведенного анализа также

следует, что радиус роликоопоры оказывает слабое влияние на максимальное горизонтальное отклонение центра эллипса, которое по величине мало отличается от $(a-b)/\sqrt{2}$. При условии $k \geq 0,9$ без особого ущерба для точности расчетов можно принять $s_r = s$, что позволяет определять горизонтальное отклонение центра O без учета радиуса роликоопоры на основе уравнений (1) и (2). Таким образом, траектория точки O представляет собой отрезок горизонтальной линии с максимальной величиной $s = (a-b)/\sqrt{2}$ (рис. 3).

Не зависящая от β величина h_r практически нивелирует влияние возможных изменений параметра $\cos \alpha$ на высотное положение точек зенита или надира. Не следует ожидать также существенного влияния изменений значений $\cos \alpha$ и на горизонтальное отклонение центра O и, соответственно, точек Z и N . Наибольшие расхождения показателя $\cos \alpha$ от его среднего значения $1/\sqrt{2}$ характерны для позиций $\beta = 0$ и 90° и в случаях использования роликоопор с радиусами близкими к 0 или ∞ . Это почти не сказывается на показателе S_z , поскольку сами величины s и S при $\beta \rightarrow 0$ и 90° минимальны. В области максимальных отклонений s и S показатель $\cos \alpha$ стабилизируется и мало отличается от $1/\sqrt{2}$. Следовательно, как и при использовании труб с небольшой степенью овальности [1], для раскрытия роликоопор с углом 90° изменение показателей $\cos \alpha$ можно не учитывать. В последнем случае независимо от β он может приниматься равным $1/\sqrt{2}$.

Итак, при вращении на роликоопорах с углом раскрытия 90° центр эллиптического сечения вычерчивает в пространстве горизонтальную линию длиной $\sqrt{2} \cdot (a-b)$, а точки Z и N описывают овальные фигуры разной формы с вертикальным диаметром, равным $(a-b)$.

Исходя из вышеизложенного, для рассматриваемых условий при расчетной оценке можно воспользоваться следующими выражениями:

$$S_z = \left(1 + \frac{1}{\sqrt{2}}\right)S; \quad S_n = -\left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right)S,$$

$$\text{где } S = \frac{ae^2 \cdot \sin 2\beta}{2[H]}, \quad H_z = h_r + H; \quad H_n = H_r - H;$$

$$h_r = \frac{r}{\sqrt{2}} + \frac{a+b}{2\sqrt{2}}$$

Заметим, что в интервале $\tan \beta$ от k до $1/k$ параметр S по величине практически не отличается от $a-b$, что может учитываться при предварительной оценке максимальных отклонений и разработке систем автоматизации.

Отклонения s , S_z и S_n определяются траекториями точек касания овальной трубы с роликоопорами.

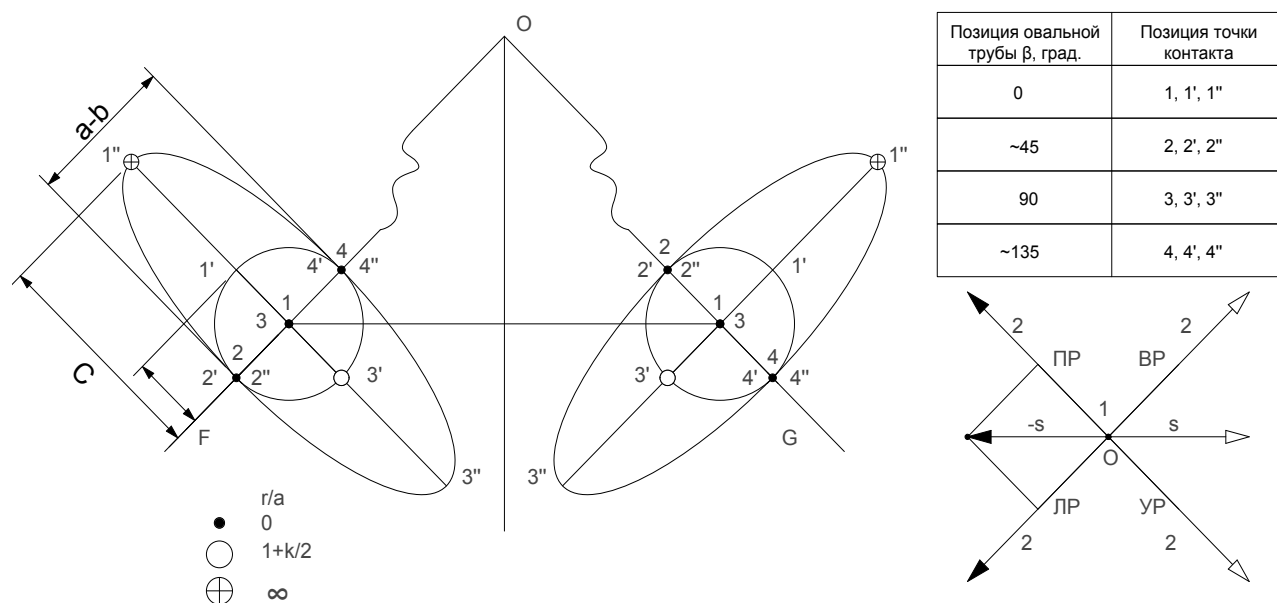


Рис. 6. Условная схема стабилизации положения центра овального сечения трубы, вращаемой на роликоопорах с углом раскрытия 90° .

Разработанная теоретическая схема ориентирует на использование контролируемых циклических угловых перемещений роликоопор вращательных стендов. Алгоритм работы стендов такого типа разрабатывается на основе закономерностей изменения подходящих к точкам касания радиусов овальной трубы и их проекции на линии, соединяющие неподвижный центр трубы с подвижными центрами роликовых опор. Критичным параметром данной схемы стабилизации является размах возвратно-поступательных перемещений роликоопор. Радиус роликоопоры оказывает малозаметное влияние. При условии $k \geq 0,9$ и $r < (a+b)/2$, без особого ущерба для точности расчетов, алгоритм перемещения роликоопор можно принять исходя из прямолинейной или круговой траектории точек контакта трубы с роликоопорой.

Посредством соответствующей корректировки величины амплитуды циклических возвратно-поступательных перемещений роликоопор могут решаться также задачи предупреждения горизонтальных отклонений точек Z и N трубы.

Рекомендации для практики.

Из приведенного анализа следует, что стабилизация положения центра сечения и тем более точки зенита овальной трубы потребует доработки конструкции вращательного стенда с целью обеспечения выбранных возвратно-поступательных перемещений роликоопор. При этом стабилизация точки Z будет неизбежно сопровождаться нежелательными высотными колебаниями центра сечения вращаемой овальной трубы. На наш взгляд, для рассматриваемых условий $k \geq 0,9$ разумнее использовать комплексный подход, предусматривающий сочетание рациональных функциональных возмож-

ностей как механического, так и сварочного оборудования установок для сварки поворотных кольцевых швов.

С учетом выявленных закономерностей можно прийти к такому заключению: задачу стабилизации положения точек Z и N целесообразно решать на основе использования стендов с углом раскрытия роликоопор 90° . В этом случае практически отсутствуют ограничения в выборе радиуса роликоопоры. Обеспечивается возможность сочетания в едином конструктивном элементе функций приводного и опорного холостого роликов. Стабилизация высотного положения центра массы овального изделия позволяет оптимизировать силовые параметры приводов вращения. Благодаря упрощению расчетов облегчается создание на основе использования аналитических методов автоматизированных систем управления процессом сварки.

Применительно к действующим установкам для стабилизации пространственного положения зоны дуговой сварки может использоваться сварочное оборудование тракторного типа. Наряду с отслеживанием высотного положения и поддержанием требуемого вылета электрода, путем горизонтирования тележки сварочного аппарата будет достигаться заданное технологией расстояние электрода сварочной головки от наивысшей или наинизшей точек трубы [3]. В новых установках для сварки кольцевых швов труб с более высокой степенью овализации может предусматриваться поперечное перемещение системы роликоопор при сохранении неизменного угла их раскрытия. В этом случае горизонтирование тележки сварочного аппарата используется в целях корректировки для устранения возможных на практике отклонений.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Предложенные аналитические решения позволяют уточнить расчетную оценку отклонений центра сечения, а также точек зенита и надира вращаемой на роликоопорах овальной трубы. Указанные решения являются теоретической основой стабилизации условий сварки поворотных кольцевых швов овальных труб. Квазистационарное пространственное положение зоны сварки при вращении овальной трубы достигается благодаря одновременным контролируемым циклическим перемещениям опорных устройств технологического оборудования.

2. Установлены закономерности изменения расчетного параметра ($\cos \alpha$), отражающего влияние фактора раскрытия роликоопор на отклонения изучаемых точек вращаемой овальной трубы. В отдельных случаях допускается использование постоянной величины указанного параметра, в частности при вращении овальной трубы с коэффициентом овализации $k \geq 0,9$ на роликоопорах с углом раскрытия 90° .

3. Стабильность высотного положения центра массы вращаемой трубы, несущественное влияние радиуса роликоопор — эти и другие особен-

ности предопределяют перспективность стенов с раскрытием роликоопор под углом 90° . Для таких стенов целесообразно использовать сварочное оборудование тракторного типа, обеспечивающее возможность горизонтирования тележки сварочного аппарата в ходе технологического процесса. Могут применяться и установки с возвратно-поступательным горизонтальным перемещением трубы в процессе сварки.

Литература

1. С. Е. Семенов. Повышение стабильности процесса дуговой сварки поворотных кольцевых и спиральных швов овальных труб на роликовых стенов. — «Автомат. сварка», 1986. — № 11. — С. 47–49.

2. ANSI/API Spec 5L/ISO 3183:2007 / Specification for Line Pipe 44 edition 1 October 2007, effective date October 2008.

3. А.с. 1098726 СССР, МКИ В 23 К 31/06. Способ сварки поворотных спиральношовных и кольцевых стыковых цилиндрических изделий /С.Е. Семенов, Ю.Н. Кузьмин, С.Л. Мандельберг. — Оpubл. 23.06.84, Бюл. № 23.

● #972



СВАРКА и РЕЗКА

17-я международная специализированная
выставка оборудования, приборов
и инструментов для сварки и резки

4-7.04.2017









ПОРОШКОВАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ

16-я международная специализированная выставка



ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ. ПОКРЫТИЯ

Международная специализированная выставка



МЕТАЛЛООБРАБОТКА

13-я международная специализированная выставка

Беларусь, Минск,
пр-т Победителей, 20/2
Футбольный манеж

Организатор:



МИНСКЭКСПО

Тел.: +375 17 226 98 58
+375 17 226 90 83
Факс: + 375 17 226 98 58
+375 17 226 99 36
E-mail: e_fedorova@solo.by

Генеральный
информационный
партнер:



Чугунные изделия после восстановительных работ эксплуатируются длительное время. Опыт Уралмашзавода.

В. И. Панов, д-р техн. наук, ПАО «Уралмашзавод» (Екатеринбург)

Согласно диаграмме состояния «железо-углерод» [1] чугунами называются сплавы железа с углеродом при содержании последнего свыше 2,12% (2,14%). Углерод может присутствовать в чугуне в виде графита и цементита Fe_3C . Кроме этого, в чугуне обычно содержатся кремний (до 3%), марганец (до 1%), сера, фосфор. В чугуне могут присутствовать легирующие добавки — хром, никель, ванадий, алюминий, магний и др. Кремний способствует выделению углерода в виде графита в свободном состоянии, образуя мягкий серый чугун. Сравнительно низкая прочность серого чугуна объясняется наличием в нем включений свободного графита. Он находится в виде тонких пластинок, образующих множество искусственных трещинок. Шаровидная форма графита характерна для высокопрочного чугуна, который используется для производства ответственных изделий (литые корпуса обжиговых тележек агломерационных линий и др.). Марганец химически связывает углерод с железом, образуя цементит. Сера способствует красноломкости, т.е. образованию трещин при нагреве, при ее избытке чугун становится тугоплавким. Фосфор придает дополнительную хрупкость.

Хорошие литейные качества чугунов, высокая сопротивляемость вибрационным нагрузкам, малая изнашиваемость при трении металла о металл и другие положительные качества позволяют чугунам находить широкое применение не только в машиностроительных изделиях, но и в технологическом оборудовании: так называемая «посуда» литейного производства (среди них — изложницы, надставки и подставки к ним); станины механообрабатывающих станков механосборочного производства и др. Однако, по целому ряду причин постоянно существует потребность в ремонтной электрической дуговой сварке чугунных изделий.

Чугун относят к классу трудно свариваемых материалов по следующим причинам.

1. В расплавленном состоянии чугун жидко-

текуч и полностью лишен пластичности при плавлении и затвердевании. Он переходит из жидкого состояния в твердое, минуя пластичную фазу.

2. Низкая температура плавления чугуна и быстрый переход из жидкого состояния в твердое способствует появлению пор в швах, поскольку при сварке выделяется большое количество газообразного оксида углерода.

3. При нагреве чугуна свыше 900 °С происходит превращение графита в цементит (явление отбела) с такой высокой твердостью, что делает невозможным его механическую обработку.

4. Чугун обладает очень малой пластичностью, под действием растягивающих термических напряжений, превышающих его предел прочности, чугунные детали могут разрушаться.

5. Появлению трещин способствует местный (локальный) нагрев до температуры выше 100 °С.

6. На свариваемость чугуна оказывает влияние характер распределения графита. Лучше сваривается чугун, в котором графит содержится в виде мелких пластинок (серый чугун) или имеет шаровидную форму (высокопрочный чугун). Чугун с крупными включениями графита плохо поддается сварке.

7. В фасонных отливках сложной формы структура чугуна может быть различной, что создает дополнительные трудности. Поэтому сварка должна выполняться высококвалифицированным сварщиком.

К этому следует добавить крайне сжатый график выполнения ремонтных работ, установленный сроками выполнения производственной программы.

Сварке не подлежат:

- детали, работающие в условиях смазки, т.к. выжечь масло практически невозможно;
- детали, длительное время эксплуатируемые при высокой температуре, которая способствует выгоранию углерода (так называемый «горелый чугун»).

Не каждая марка чугуна может подвергаться сварке из-за обильного кипения ванны расплавленного металла.

В 1934 г. вышел приказ директора Уралмашзавода о создании участка по ремонтной сварке чугунных изделий, с тех пор накоплен значительный опыт в этом направлении. Основу ремонтной сварки чугунных изделий заложил В. Е. Волынок [2], значительный вклад внес В. А. Батманов [3, 4], их ученики продолжили развитие технологических основ сварки серого, высокопрочного, модифицированного, легированного (в том числе и хромистого), износостойкого (типа ИЧХ) и других видов чугуна.

Технология ремонтной сварки зависит от вида чугуна. Его определяют по величине химического эквивалента углерода $C_{\text{экр}}$. Для серых чугунов:

$$C_{\text{экр}} = C + 0,3 (Si - P) \text{ или } C_{\text{экр}} = C + \frac{Si}{3}$$

При $C_{\text{экр}} < 4,26$ чугун является доэвтектическим; при $C_{\text{экр}} = 4,26$ – эвтектическим; при $C_{\text{экр}} > 4,26$ – заэвтектическим.

При удалении дефектов форма разделки в подавляющем большинстве случаев близка к конфигурации удаленного дефекта (рис. 1).



Рис. 1. Фасонная отливка готова к ремонтной сварке

Устранение дефектов и подготовку разделок в случае поломки деталей (угол разделки в этом случае колеблется от 60 до 90 °) предпочтительно производить слесарным путем с использованием пневматического молотка с остро заточенным зубилом с закаленным концом. Особенно это удобно при удалении трещин: их концы легко определяются по окончанию раздвоения стружки. Другим достоинством этого способа подготовки разделки под сварку заключается в отсутствии необходимости зачистки кромок разделок абразивным

кругом. Поскольку металл не подвергается нагреву (отбел отсутствует) он легко сверлится для нарезания резьбы под установку завертышей в виде стальных шпилек (рис. 2) или болтов М8 – М10.



Рис. 2. Разделка с установкой завертышей (стальных шпилек М6 – М8)

Засверловку концов трещин перед разделкой этого дефекта производят не в каждом случае, а если и производят, то конец сверла затачивают под угол 90 °. Эту операцию выполняют не на полную глубину трещин: как только кончик сверла начинает проходить сквозь стенку, сверление прекращают.

В редких случаях допускается применение воздушно – дуговой строжки пластинчатым графитизированным электродом.

Трудность работы с чугуном вызвала появление различных специфических способов его сварки. Твердо рекомендовать какой-либо из них для сварки определенных деталей весьма затруднительно, так как чугун одной и той же марки может иметь различную структуру. Как упоминалось ранее, даже у одной корпусной детали со стенками различной толщины может быть различная структура чугуна.

Существующие способы сварки чугунов можно разбить на 2 группы. В первую группу входит получение наплавленного металла в виде чугуна с заданными свойствами, близкими к свойствам основного металла детали. Такой металл можно получить только методом горячей сварки (общий предварительный и сопутствующий подогревы до 650–700 °С). Подогрев изделия создает условия для сравнительно равномерного нагрева и более медленного охлаждения металла после сварки, что обеспечивает графитизацию чугуна – выделение углерода в виде графита и предотвращает его выделения в виде свободного цементита (вызывающего так называемый отбел в зоне термического влияния). Сварное соединение легко поддается механической обработке. Для этой цели используются специальные электроды, разработанные В. А. Батмановым, основу которых составляют чугунные прутки с нанесенным на них качественным покрытием.

Для механизированной сварки используют порошковую проволоку типа ППЧ, разработанную в ИЭС им. Е. О. Патона. В качестве примера можно привести восстановительные работы по удалению сквозной трещины в цилиндре для вытяжки газовых баллонов высокого давления (Первоуральский Старотрубный завод), выполненную последователями В. А. Батманова (электросварщик И. Н. Дикий, технолог Л. И. Кузнецов). Горячая сварка чугуна связана со значительными первоначальными затратами, смысл которых сводится к предупреждению утечки металла, расплавленного в процессе сварки.

Для предупреждения вытекания жидкотекучего металла сварочной ванны, а в ряде случаев для придания наплавленному металлу соответствующей формы, место сварки формуют, используя материалы, применяемые в литейном производстве нашего предприятия.

Детали небольшого развеса (до 300 кг) сваривают способом полугорячей сварки (общий предварительный и сопутствующий подогревы до температуры 150–200 °С), используя для этой цели термические печи или временные горны. Примером удачной полугорячей сварки стальными электродами типа Э50А является удаление сквозной трещины длиной 120 мм в чугунном цилиндре (толщина стенки 60 мм) свезабивной машины. Трещину удалили бор-фрезой шаровидной формы, закрепленной в ручной пневматической машинке.

Наш завод имеет большой опыт ремонтной механизированной сварки керамическими стержнями (разработка ЦНИИТМАШа) в сочетании с проволокой Св08Г2С [5].

Следует отметить, что сварка даже при относительно невысокой температуре нагрева ремонтируемого изделия (в том числе с использованием стальных пластин) создает определенные физиологические сложности для организма электросварщика.

Вторая группа сварочных работ связана с получением состава наплавленного металла, отличного от состава чугунов. В этом случае выполняется холодная сварка и температура автоподогрева не должна превышать 50–60 °С, иначе возникает опасность образования холодных трещин типа отрыва по линии сплавления. Вследствие быстрого охлаждения наплавленный металл может закалиться (вырастает вероятность образования холодных трещин), а в зоне термического влияния (на участке, нагреваемом до температуры 900 °С и выше) возможно образование цементита (отбе-

ла), тем не менее обстоятельств, вызывающих обращение к этому способу сварки, очень много. Среди них:

- устранение дефектов в отливках сложной формы, в том числе и на внутренних поверхностях, когда применить предварительный подогрев невозможно (рис. 3);



Рис. 3. Устранение дефектов внутри отливки корпуса бурового насоса. Материал – серый чугун

- устранение поломок чугунных заготовок при их перевозке из чугунолитейного цеха в обрубной цех;
- восстановление изломанных заготовок в процессе обрубных или отделочных работ;
- восстановление не отлитых частей заготовок сложной формы или доведение размеров заготовок до их чертежных значений, в том числе с использованием стальных пластин;
- исправление дефектов на механически обработанных поверхностях отливок;
- восстановление работоспособности деталей технологического оборудования, разрушенных в процессе эксплуатации.

Специфические свойства чугунов (ферритно-перлитного, перлитного с пластинчатым графитом, высокопрочного с шаровидным графитом и др.) оказывают влияние на разработку технологических процессов и выбор сварочных материалов. При оценке различных приемов и выборе присадочных материалов существенное значение имеет назначение ремонтируемой детали, требования к свойствам металла сварного соединения (прочностные показатели, наличие отбела, влияющего на обрабатываемость механическим путем и др.).

При этом выполняются:

- сварка, обеспечивающая получение в металле шва низкоуглеродистой стали и ее комбинации с цветными металлами (порошковой прово-

локой марки ПАНЧ-11, содержащей 94–96 % никеля и др.);

- сварка материалами аустенитного класса (особенно в случае ремонтной сварки жаропрочных чугунов);
- сварка цветными металлами и их сплавами, которые легко поддаются проковке зубилами специфической формы, что способствует получению плотных швов.

В основе применяемых приемов холодной сварки лежит использование различных по своему составу и назначению присадочных материалов — чугуновых, стальных, никелевых, железоникелевых, медно-никелевых, медно-железных, медных и др.

К несомненным удачам следует отнести устранение сквозной трещины длиной 1460 мм в чугунной станине (толщина 90 мм) прокатного стана для одного из уральских металлургических заводов (электросварщик А. К. Мотошков, слесари-обрубщики В. С. Русаков и В. И. Попов).

В качестве успешного примера выполнения холодной сварки можно привести изготовление памятника «Петр Великий и Акинфий Демидов» (скульптор К. В. Грюнберг), созданного в честь 300-летия металлургии Урала (рис. 4) и установ-



Рис. 4. Литосварной памятник «Петр Великий и Акинфий Демидов». Материал — серый чугун, длина сварных швов 130 м. Сварочные материалы — электроды из монель-металла. Толщина сваренного металла 20–40 мм (на заднем плане — легендарная «падающая» башня).

ленного в г. Невьянске, бывшей столице империи Демидовых.

В нашей практике на не ответственные узлы для придания товарного вида наносится эпоксидная смола, но она отличается хрупкостью. В других же случаях традиционные методы восстановления деталей узлов с использованием сварки металлическими или угольными электродами сочетаются с холодной сваркой в молекулярном виде (ХСМВ), которая основана на применении композиционных материалов (металлополимеров), обеспечивающих простоту ремонтных работ и надежность восстановленных машин [6]. Металлополимеры применяют в виде паст, гелей и др., которые представляют собой двухкомпонентные системы различных смол и металлических наполнителей. Они легко наносятся, не требуют специального инструмента и высокой квалификации работников. Нанесенная композиция поддается механической обработке с высокой степенью точности. Восстановленная поверхность отличается достаточной прочностью, абразивной и химической стойкостью, не ржавеет, выдерживает высокие удельные нагрузки и работает в широком диапазоне температур.

Применительно к деталям рассматриваемого класса в зависимости от конкретно выполняемой работы наиболее часто используются металлополимеры, выпускаемые всемирно известными предприятиями: фирмами Лео и Бельзона (пасты), Quiksteelplus, White Titan, Tuff Bronze, Супер — медь, Термосталь (стики) и другие композиции. Диапазон исправленных деталей широк:

- дефекты отливок (рис. 5, 6);
- дефекты, вскрывшиеся при заключительной механической обработке (рис. 7);
- восстановление поломанных базовых деталей



Рис. 5. Устранение недоливов в роторе насоса. Чугун ВЧ50

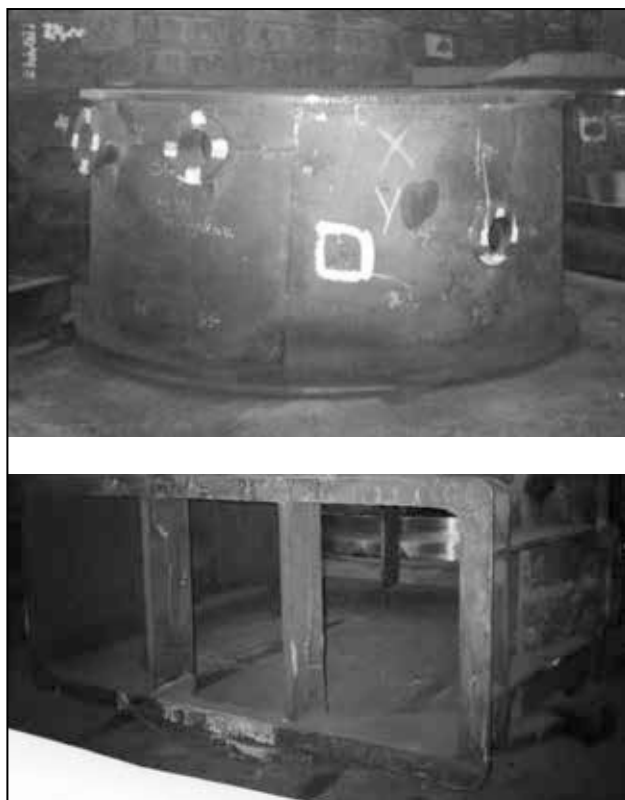


Рис. 6. Царги адсорбционного и другого вида колонного оборудования для производства соды. Модифицированный чугун СЧ20ХН



Рис. 7. Устранение литейных дефектов в ручьях высокооборотного шкива бурового насоса. Чугун СЧ25

тяжело нагруженных механо-обрабатывающих станков (станины, суппорты и др.), особенно, когда требуется сохранить геометрию изделия;

- устранение течи маслопроводов при давлении масла до 12 атм. (без установки усиливающего стального фартука) и др.

На одном из заводов металлоконструкций чугунная крышка заводского компрессора для получения сжатого воздуха разрушилась на 8 частей. Основную сварку по воссоединению крышки

под нашим авторским надзором выполнили «на холодно» медными электродами с покрытием «Комсомолец». Однако при давлении охлаждающей воды 10 кгс/см^2 , швы «текли». Течь была устранена путем применения жидкого металлополимера, разработанного специалистами Уралмашзавода. Компрессор успешно эксплуатируется около 20 лет. Затраты на приобретение нового компрессора составили бы не менее 450 тыс. рублей (цены 1998 г.).

В ряде случаев (станины механо-обрабатывающих станков) при отсутствии течи масла сквозные трещины (время и причины образования которых установить невозможно) не устраняли, а ограничивались засверловками их концов и проведением наблюдения за поведением трещин. При выполнении ремонтных работ (барабаны скиповых лебедок доменных печей) на открытом воздухе в условиях низкой температуры (до минус 20°C) и сильном ветре на образовавшиеся сквозные трещины наводили пластыри (стальные пластины толщиной 6–10 мм) с прокладкой слоя жидкой резины.

В качестве контроля плотности сварных соединений наиболее широко применяется керосиновая проба. При гидравлических испытаниях при незначительных «потливости» или течи воды дефектные места подвергаются зачеканке при снятом давлении и последующем повторном гидравлическом нагружении.

Литература

1. Богачев И. П. Металлография чугуна. — Свердловск — Москва, Металлургиздат. — 1962. — 362 с.
2. Волюнко В. Е. Дуговая сварка в ремонтном деле. — Свердловск — Москва. ОГИЗ. — 1933. — 112 с.
3. Батманов В. А. Холодная сварка чугуна. — Свердловск. Машгиз. — 1957. — 105 с.
4. Батманов В. А. Сварка в ремонте оборудования (сварка чугуна). — Свердловск — Москва. — Машгиз — 1960. — 168 с.
5. Панов В. И., Кудинов В. Д. О методике измерения η_n при многопроходной сварке керамическими стержнями // Автоматическая сварка — 1973. — № 9. — С. 43–44.
6. Малюгин С. В., Смирнов М. М., Давыдкин Н. В., Малюгин А. С. Ремонт технологического оборудования компаундами на основе синтетических смол и высокодисперсных наполнителей. // Сварщик в России. — 2006. — № 1. — С 9–11.

О некоторых применениях в промышленности вакуумных конденсатов из различных металлов и сплавов

В. А. Васильев, ОАО «Гипроцветметобработка» (Москва)

При создании конструкционных материалов и изделий методом испарения и конденсации металлов в вакууме: биметаллов и триметаллов, фольги и покрытий, широко используются такие свойства вакуумных конденсатов как высокая прочность, пластичность, износостойкость и другие свойства таких покрытий.

Известно широкое применение золотых и серебряных покрытий на деталях контактных пар (ДКП) для обеспечения низкого переходного электросопротивления и повышения коррозионной стойкости контактной пары. Обеспечивая заданные характеристики покрытия из золота и серебра, этот метод имеет существенные недостатки. Первый и основной недостаток — это высокая стоимость покрытий и, как правило, безвозвратная потеря драгметалла по окончании эксплуатации деталей в изделиях бытового и иного назначения.

Второй недостаток: имея существенные преимущества в ДКП с ограниченным количеством включений, например, штырьковые разъемы, золото и серебро, имея низкую механическую прочность, плохо работают в системах многократного включения-выключения. Для обеспечения стабильной работы таких систем необходимо многократное наращивание (увеличение) толщины покрытия ДКП.

Современная технология нанесения вакуумных покрытий дает возможность во многих случаях заменить покрытия из золота и серебра в ДКП сплавами с меньшим количеством драгметалла или бессеребряными сплавами.

Разработанные технологические процессы позволяют получать конденсаты из пяти и более компонентов, при этом фракционный состав конденсата не отличается от состава сплава, используемого для испарения. Этим обеспечивается заданный режим легирования при любых концентрациях легирующих добавок и необходимый уровень физических и механических свойств конденсата. При конденсации металлов в ваку-

уме формируется стабильная структура с размером зерна на уровне 0,1–0,3 мкм, что значительно меньше, чем у материалов, полученных другими способами, например, прокаткой или гальваникой.

Для материалов с такой структурой характерны высокая износостойкость, устойчивость при нагреве, механическая прочность при высокой пластичности. Формирование конденсатов со столбчатой структурой, при определенных условиях, обеспечивает высокие электрические характеристики покрытий в направлении перпендикулярном поверхности изделия. Покрытия из чистого алюминия обеспечивают полную замену золота и серебра в корпусах рамок интегральных схем (ИС).

Разработаны технологический процесс и оборудование для получения полосчатого ленточного материала (рис. 1).

Внешний вид полосчатых лент с различным положением алюминиевой полосы, в зависимости от конструкции ИС показан на (рис. 2).

Внедрение разработанных ленточных материалов в массовое производство электронных приборов позволит увеличить их выпуск и принесет значительный экономический эффект. На ряде

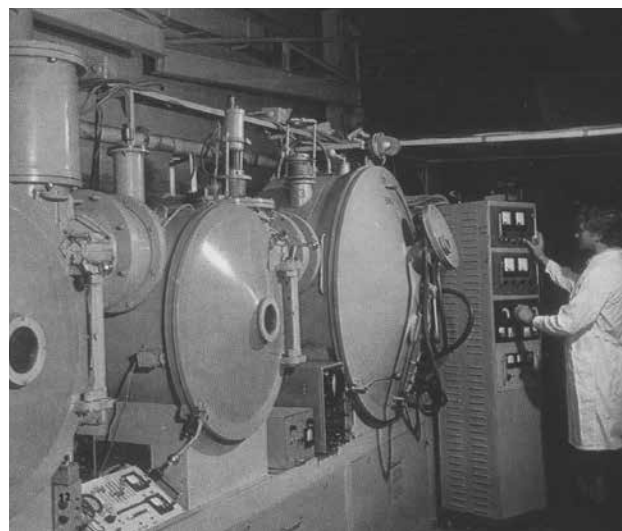


Рис. 1. Установка испарения и конденсации продольной полосы алюминия

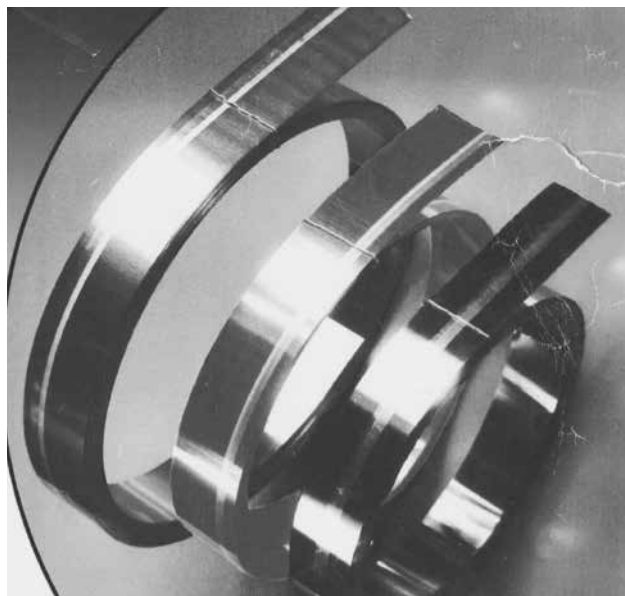


Рис. 2. Образцы лент с алюминиевым полосчатым покрытием предприятий электронной промышленности для испытаний были поставлены партии 15-кадровых отрезков 14-ти выводных рамок ИС с полосчатым покрытием из алюминия. Результаты показали полное соответствие качества сварных соединений техническим требованиям Заказчиков.

Проведенные работы показали, что метод вакуумного испарения и конденсации металлов позволяет наносить высококачественное алюминиевое полосчатое покрытие толщиной от 1 до 5 мкм и более, однородное по толщине, прочно сцепленное с лентой-основой с высоким качеством поверхности, обеспечивающее необходимые служебные свойства готового материала. Полученные результаты явились фундаментом для последующей разработки опытно-промышленных образцов вакуумных установок. Решение сложных технологических задач было невозможно без создания оригинальных конструкций основных узлов такого оборудования и, прежде всего, устройств маскирования лентопротяжных механизмов, электронно-лучевых, резистивных и др. испарителей, устройств слежения за положением ленты-основы в зоне конденсации.

В разработанной опытно-промышленной установке маскирующий элемент плотно прижимается к протягиваемой ленте (рис. 1), что затрудняет возможность подпыления под маску и кроме того, дает возможность с требуемой точностью получить положение напыляемой продольной полосы по отношению к кромке ленты.

Разработан способ и устройство для получения фольги из алюминия высокой чистоты

(рис. 3), которые могут быть использованы для получения фольги из других цветных металлов и сплавов. Предлагаемый способ также основан на испарении и конденсации металла в вакууме, но отличается тем, что образующаяся путем конденсации паров металлов фольга является в свою очередь подложкой.

Разработанное устройство представляет собой вакуумную камеру, внутри которой размещен испаритель с подпиткой алюминием, вращающийся барабан и испаритель антиадгезива. Процесс осуществляется следующим образом: на нагретую до определенной температуры и обработанную антиадгезивом поверхность барабана конденсируются пары алюминия с образованием фольги и формированием витка рулона с каждым оборотом барабана. Процесс получения фольги и рулона осуществляется одновременно и непрерывно.

Этот метод позволяет:

- получить фольгу из алюминия высокой чистоты (99,99%) толщиной 1–5 мкм с повышенными механическими свойствами, пределом прочности 10–12 кгс/мм² и относительным удлинением 3–5%. Эти свойства обусловлены

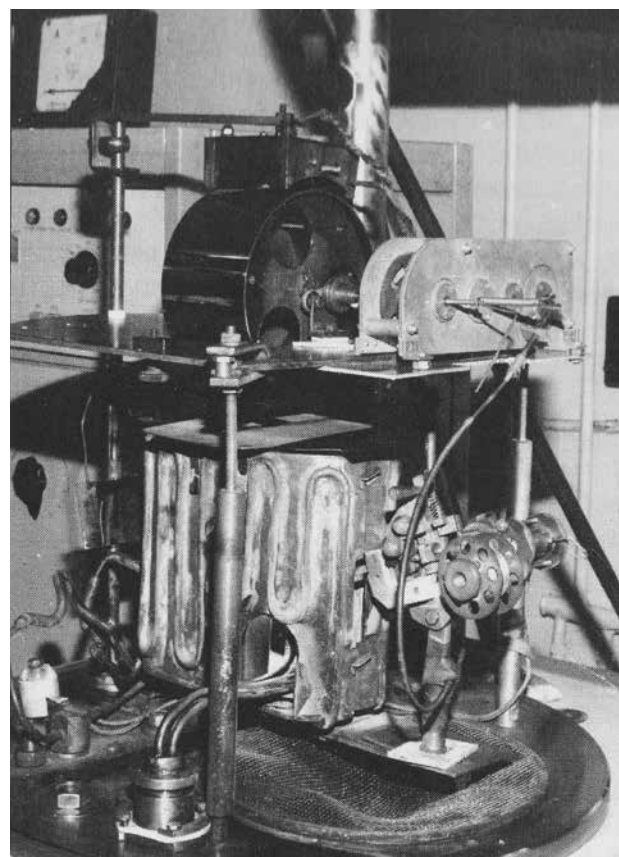


Рис. 3. Вакуумная установка для получения ультратонкой алюминиевой фольги

мелкодисперсной структурой: размер зерен на порядок меньше, чем в фольге, получаемой методом прокатки;

- полностью исключить обрыв фольги и операции отделения, транспортировки и намотки фольги в процессе ее получения;
- обеспечить равную степень отражательной способности обеих сторон фольги.

Промышленные поставки партий мембран из алюминиевой фольги толщиной 1–3 мкм, а также партии кадровых отрезков ИС (рис. 4) производили на опытно-промышленной установке ЭПП 100/40 (автор Емельянов А.Л.) с оснащением ее специальными приспособлениями.

Образцы алюминиевой фольги толщиной 2–3 мкм были испытаны для ленточных микрофонов, входящих в комплект звукозаписывающей студийной аппаратуры профессионального назначения.

Процесс нанесения покрытий в вакууме, применение его для получения вышеперечисленных материалов отвечает всем требованиям по экологической чистоте производства, сберегает материальные и энергетические ресурсы.

Созданный задел по технологии и конструкциям вакуумных установок для получения полосчатых материалов в виде лент и ультратонких фольг позволяет начать конструирование и поставку промышленного оборудования нового поколения.

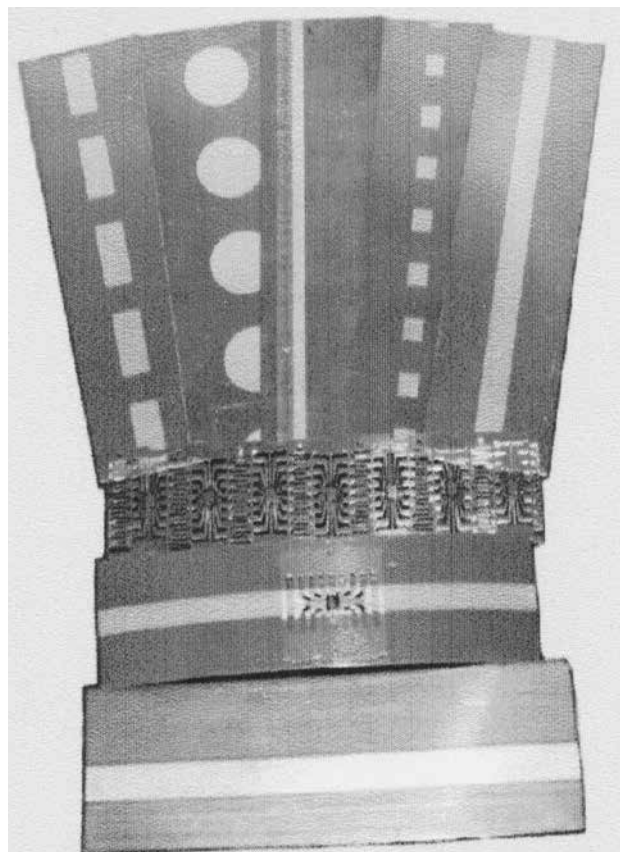


Рис. 4. Образцы кадровых отрезков ИС и их заготовок



Рис. 5. Пуск одной из вакуумных установок совместно с наладчиками из СКБ ВП (г. Рига): крайние слева и справа: В.А. Васильев и С.М. Манякин («Гипроцветметобработка»)

Литература

1. Шевакин Ю. Ф., Цыпин М. И. Новые технологии получения одно- и многокомпонентных фольг методом испарения и конденсации в вакууме // *Фундаментальные проблемы российской металлургии на пороге XXI века.*, т. 2. — гл. 9. — М.: РАЕН. — 1998. — С. 406–414.
2. Васильев В. А., Райков Ю. Н. Оборудование и технологии для нанесения металлических покрытий в вакууме. Сб. «Материаловедение и металлургия. Перспективные технологии и оборудование» (Российско-японский семинар) — М. МГИУ. — 2003. — С. 38–78.
3. А. с. № 618452 от 14.04.1978. Способ получения фольги. Васильев В. А. и др.
4. Пат. США № 4119135 от 10.10.78. Способ получения фольги в рулонах. Васильев В. А. и др.

Кислородная резка в потоке непрерывной разливки стали

В. М. Литвинов, Ю. Н. Лысенко, С. А. Чумак, ООО «НИИПТмаш — Опытный завод», (Краматорск)

Установка непрерывной разливки сталей (УНРС), работающая на дочернем предприятии (ДП) «УБ и ВТ» (Сумы), имеет два ручья и две позиции кислородной резки слитков непрерывного литья:

- непосредственно после выхода слитка из кристаллизатора при температуре его поверхности 800 °С; ориентация слитка — вертикальная, кислородная резка производится в горизонтальной плоскости;
- на участке разделки слитка на мерные части при его температуре не более 300 °С; ориентация слитка — горизонтальная, кислородная резка производится в вертикальной плоскости.

В 2013 г. предприятие-заказчик предложило сотрудникам «НИИПТмаш — Опытный завод» разработать и внедрить взамен изношенных импортных газокислородные резаки РГКМ-6С: длиной 1300 мм для работы на первой позиции УНРС (после кристаллизатора) и длиной 1500 мм для работы на второй позиции установки (на участке мерной резки заготовок). Диаметр кожуха резака должен равняться 54 мм, что обусловлено конструкцией газорезательных машин. Совместно с заказчиком были сформулированы следующие требования к разработке резаков:

- наличие принудительного водяного охлаждения головки и кожуха;
- возможность легкой замены мундштука на рабочем месте при резке слитков различного сечения для обеспечения оптимального расхода газов — энергоносителей;
- выполнение режущего сопла и подогревающего мундштука из одного куска медного проката в одном моноблоке;
- обеспечение малой чувствительности к перепадам давлений газов — энергоносителей;
- обеспечение долговечности и безопасности при трехсменном режиме работы и под воздействием высоких температур.

За аналог был принят резак РГКМ-3 внешнего смешивания подогревающего кислорода и горючего газа, хорошо зарекомендовавший себя при машинной резке прибылей литья и крупных кусков металлолома, близкий к указанным требованиям. Чертеж вновь разработанного резака РГКМ-6С (го-

ловка в сборе с мундштуком и газоподводящими трубками) представлен на *рис. 1*.

Мундштук 1 вворачивается в головку 2 таким образом, чтобы выступ переходной втулки 4 входил во внутрь мундштука 1. Между мундштуком 1 и головкой 2 предусмотрено кольцо из отожженной меди 3, обеспечивающее герметичность между каналами для горючего газа и окружающей атмосферой. С тыльной стороны к головке 2 соосно с ней припаяна переходная втулка 4, к которой припаяна трубка для подачи режущего кислорода 7. Трубка для подачи подогревающего кислорода 6 соединена посредством отверстия в головке 2 с кольцевой камерой для перераспределения подогревающего кислорода и подвода его к выходным отверстиям мундштука 1. Трубка для подачи горючего газа 8 соединена с помощью отверстия в головке 2 с кольцевой камерой для перераспределения горючего газа и подвода его к выходным отверстиям мундштука 1. В мундштуке 1 шесть выходных отверстий для подогревающего кислорода $d_{кп}$ и столько же — для горючего газа $d_{гг}$ расположены поочередно на одной окружности концентрично центральному выходному каналу для режущего кислорода $d_{кр}$ (*рис. 1*). Такое расположение выходных каналов обеспечивает качественное перемешивание горючего газа и подогревающего кислорода на участке между мундштуком резака и слитком. В дополнение к улучшению формирования (увеличению режущей способности) режущей струи кислорода, это уменьшает ширину реза, так как исключает режущее действие струй подогревающего кислорода.

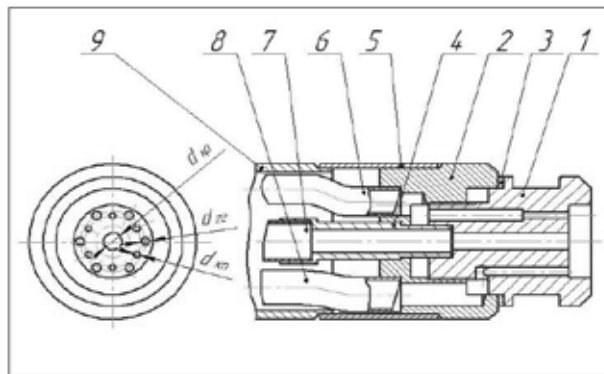


Рис. 1. Головка резака РГКМ-6С для резки слитков непрерывного литья толщиной 400-700 мм

При проектировании резака РГКМ-6С были применены три новых решения, отсутствующие у его аналога:

- головка резака 2 внутри имеет выступ, образованный паяным соединением с переходной втулкой 4, который при сборке входит во внутрь мундштука 1. Это позволило упростить конструкцию головки и мундштука, вдвое уменьшить массу заготовок, повысить надежность и снизить себестоимость изготовления;
- в мундштуке 1 резака выходные каналы для режущего кислорода и горючего газа сделаны на одной окружности поочередно вокруг выходного канала для режущего кислорода. О положительном эффекте такого решения сказано выше;
- внутри головки резака в сборе с мундштуком отсутствуют герметичные уплотнения между каналами и кольцевыми камерами для режущего, подогревающего кислорода и горючего газа. Взаимный контакт этих газов внутри резака исключается точным расчетом всех каналов по всей длине резака. Это позволило также увеличить надежность резака, упростить его конструкцию и снизить себестоимость его изготовления.

На *рис. 2* представлены газокислородный резак РГКМ-6С, его головная и хвостовая части. По *рис. 3* можно получить представление о моноблочном мундштуке резака (вверху) и о его факеле подогревающего пламени (внизу).

Технические характеристики резака РГКМ-6С для кислородной резки слитков толщиной от 300 до 700 мм в потоке непрерывного литья приведены в *табл. 1*. Данные таблицы свидетельствуют, что давления газов — энергоносителей и охлаждающей воды для всех толщин разрезаемых слитков одинаковы, а их расход, необходимый для резки слитка конкретной толщины, обеспечивается изменением суммарного поперечного сечения выходных каналов, т.е. заменой мундштука. Благодаря особен-

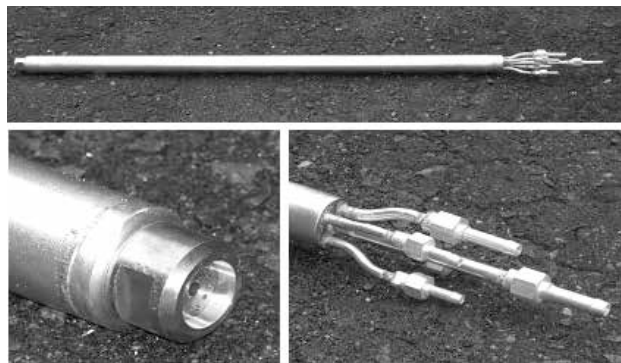


Рис. 2. Газокислородный резак РГКМ-6С – вверху, моноблочный мундштук в сборе с головкой резака – слева, внизу, хвостовая часть резака – справа, внизу

ностям конструкции мундштуков резака РГКМ-6С (*рис. 3*) гарантируется быстрая и надежная их замена прямо на рабочем месте, без снятия резака с машины газовой резки.

Таблица 1. Технические характеристики резака РГКМ-6С для кислородной резки слитков толщиной от 300 до 700 мм в потоке непрерывного литья

Толщина разрезаемого слитка, мм		300–500	500–700
Мундштук (моноблок), №		1	2
Давление на входе в резак, МПа	кислорода режущего	0,5–0,6	
	кислорода подогревающего	0,2–0,3	
	природного газа	0,04–0,06	
	воды	0,2–0,6	
Расход, не более, м ³ /час	кислорода	75	90
	природного газа	6,5	8,5
	воды	3,0	
Скорость резки, не более, мм/мин		100–80	80–60



Рис. 3. Моноблочные мундштуки резака РГКМ-6С – вверху, видимая часть факела подогревающего пламени – внизу

Представление о работе кислородного резака РГКМ-6С на второй позиции газовой резки, где остывший горизонтальный слиток разрезается на мерные части вертикальным резаком, дает *рис. 4*. Вверху показана газовая резка горизонтального слитка вертикальным резаком. Поперечное сечение слитка 400х400 мм. Процесс резки происходит стабильно, отставание линии реза отсутствует. Внизу — полость реза в процессе резки. Ширина полости реза в верхней части равна ширине полости реза в нижней части, что говорит о хорошем качестве поверхности реза. На *рис. 5* изображен участок

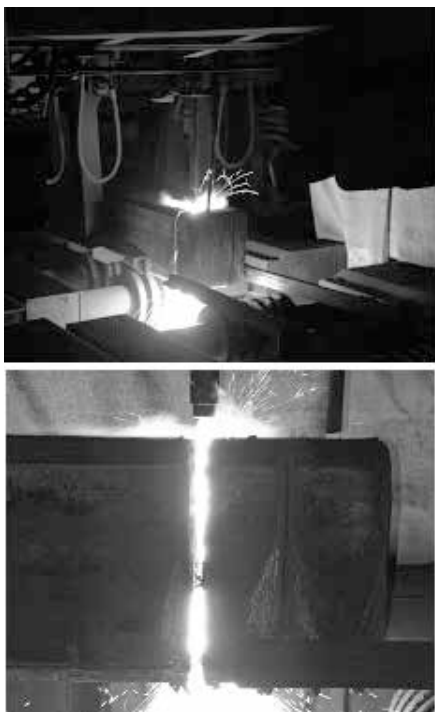


Рис. 4. Машина газовой резки горизонтального слитка вертикальным резаком в работе – сверху, полость реза при работающем резаке – внизу



Рис. 5. Участок кислородной резки горизонтального слитка на мерные части (позиция 2 УНРС)

кислородной резки горизонтального слитка на мерные части (позиция 2 УНРС) в момент регулирования факела подогревающего пламени резака.

Анализируя 3-х летний опыт эксплуатации резака РГКМ-6С и учитывая хороший запас его по скорости резки, заказчик пришел к выводу: при увеличении скорости резки (не меньше 300 мм/мин) некоторые слитки (200х200 и 250х250 мм) можно разрезать на первой позиции резки УНРС сразу на мерные части (у кристаллизатора при температуре 800 °С), что значительно экономит время и энергоносители. Решить возникшую задачу заказчик предложил разработчику резака РГКМ-6С.

Сотрудники «НИИПТмаш — Опытный завод» предположили, что если сформировать факел подогревающего пламени так, чтобы реакция горения с выделением тепла происходила не только на участке между резаком и заготовкой, но и по длине факела пламени, то возможно значительно увеличить скорость резки. К этому времени был создан резак РГКМ-5 для резки прибылей литья и крупных кусков металлолома из высоколегированных сталей и чугуна, имеющий такую структуру пламени, он был принят за основу. По литературным данным скорость резки слитка сечением 250х250 мм составляет 150 мм/мин, следовательно, необходимо форсировать режимы резки вдвое.

Чертеж усовершенствованного резака РГКМ-6СН для скоростной резки слитков непрерывного литья сечением 250х250 мм представлен на рис. 6, его работа — на рис. 7.

Резак РГКМ-6СН включает в себя головку 2,

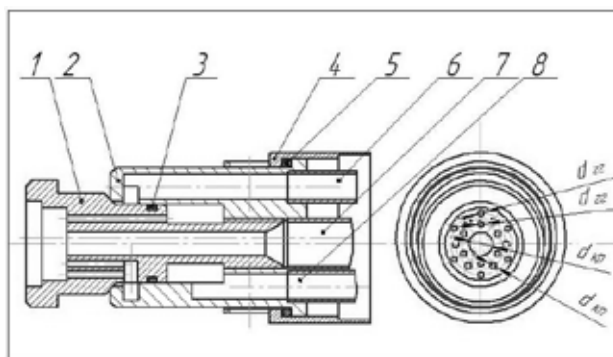


Рис. 6. Головка резака РГКМ-6СН для скоростной резки слитков непрерывного литья сечением 250х250 мм

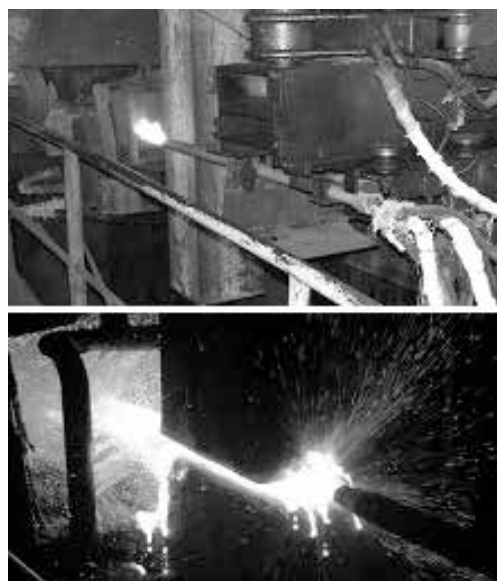


Рис. 7. Машина газовой резки вертикального слитка с зажженным резаком РГКМ-6СН: в режиме ожидания – сверху, процесс резки вертикального слитка при его температуре 800 °С – внизу

с одной стороны которой вкручен мундштук 1, а с другой — припаяны трубки для подвода режущего кислорода 7, подогревающего кислорода 8 и горючего газа 6. Герметичность между кольцевыми камерами для перераспределения подогревающего кислорода и горючего газа обеспечивает резиновое кольцо 3 согласно ГОСТ 9833–73. В отличие от резака РГКМ-6С кожух 4 в системе водяного охлаждения — съемный, его герметичность обеспечивается резиновым кольцом 5 в соответствии с ГОСТ 9833–73. Каналы для подогревающего кислорода $d_{кп}$ расположены вокруг центрального канала для режущего кислорода $d_{кр}$ и их длина соизмерима с длиной канала режущего сопла такого же диаметра. Каналы для горючего газа $d_{гг}$ расположены между каналами для подогревающего кислорода попарно (один канал снаружи окружности, на которой расположены каналы для подогревающего кислорода, другой — внутри нее). В табл. 2 приведены технические данные резака РГКМ-6СН для скоростной резки слитков непрерывного литья.

Таблица 2. Технические данные резака РГКМ-6СН для скоростной резки слитков непрерывного литья.

Поперечное сечение слитка, мм х мм		200х200	250х250
Мундштук (моноблок), №		1	2
Давление на входе в резак, МПа	кислорода режущего	0,5–0,6	
	кислорода подогревающего	0,1–0,2	
	природного газа	0,04–0,06	
	воды	0,2–0,6	
Расход, не более, м ³ /час	кислорода	40	45
	природного газа	4,5	5,5
	воды	3,0	
Скорость резки, не менее, мм/мин		300	300

Из табл. 2 видно, что давление подогревающего кислорода на входе в резак меньше, чем у резака РГКМ-6С. Это обусловлено тем, что разрезаемый слиток имеет температуру поверхности не менее 800 °С и нет необходимости прогревать верхнюю кромку реза, а ширина реза с понижением давления подогревающего кислорода уменьшается, что важно для повышения экономичности процесса резки.

На рис. 7 показана машина газовой резки вертикального слитка с зажженным резаком РГКМ-6СН в режиме ожидания (вверху) и представлен процесс резки вертикального слитка при его температуре 800 °С (внизу). Некоторый перегрев верх-

ней кромки реза не приводит к увеличению ширины реза на ней (на рис. 7, внизу, ширина полости реза на верхней кромке равняется ширине полости реза на нижней кромке). Это же можно увидеть и на рис. 8: поверхности реза горячего и холодного слитков ровные и перпендикулярны продольной оси разрезаемого слитка непрерывного литья.



Рис. 8. Поверхность реза сечением 250х250 мм: на горячем слитке — вверху, на холодном слитке — внизу.

По рис. 8 можно судить также о качестве поверхности реза, вверху видна поверхность реза на горячем слитке, а внизу — на остывшем слитке. Качество поверхности реза хорошее, оно мало уступает поверхности, полученной при механической резке пилой.

Резаки РГКМ-6С и РГКМ-6СН надежны, долговечны и безопасны. При резке на форсированных режимах резаком РГКМ-6СН исключается конечная операция мерной резки на второй позиции УНРС, что вдвое сокращает как трудоемкость резки слитков, (вместо двух машин работает одна машина на первой позиции), так и в два раза сокращает расход энергоносителей (время резки на форсированных режимах в два раза меньше времени резки, указанного в литературе).

Поскольку давление в сетях энергоносителей двух машин газовой резки на обеих позициях меньше, чем в случае применения использовавшихся ранее газокислородных резаков импортного производства, обслуживание этих машин проще и безопаснее.

Внедрение двух типов резаков, РГКМ-6С и РГКМ-6СН, на УНРС ДП «УБ и ВТ» (Сумы), помимо повышения надежности, безопасности и экономичности процесса кислородной резки слитков непрерывного литья, освободило предприятие от необходимости импорта изнашиваемых деталей резаков зарубежных производителей.



Если у Вас возникли вопросы по технологии сварки, организации рабочих мест сварщиков, правильному выбору сварочных материалов и оборудования, Вы можете отправить письмо в редакцию журнала e-mail: demuv@ukr.net, позвонить по тел. +38(044) 200 80 88. На Ваши вопросы ответит кандидат технических наук, Международный инженер-сварщик (IWE) Юрий Владимирович ДЕМЧЕНКО.

Для снижения себестоимости изделия планируется применять вместо стали 12X18H10T безникелевую сталь 12X17 или ей подобную. В связи с этим у нас возникают следующие вопросы:

- в каких случаях рационально использование упомянутой стали;
- как скажется такая замена на эксплуатационных характеристиках изделия;
- усложнится ли в этом случае технология сварки.

Янковская Т.Л., г. Брест

Сталь марки 12X17 (зарубежный аналог — AISI 430 по ASTM A240) наиболее широко используемая ферритная хромистая коррозионностойкая сталь общего применения (в соответствии со стандартом ГОСТ 5632–78), в которой сочетаются:

- высокие прочностные и механические свойства;
- высокая коррозионная стойкость, в том числе атмосферная, которая обеспечивается высоким содержанием хрома и низким содержанием углерода;
- хорошая обрабатываемость (хорошо поддается пластической деформации); применимость к процессам вытяжки, штамповки, перфорации в ней отверстий и т.п.

Химический состав стали приведен в *табл. 1*.

Таблица 1. Химический состав стали марки 12X17 (аналог AISI 430)

Марка стали	Массовая доля элементов, максимум, %					
	C	Mn	P	S	Si	Cr
12X17	0,12	0,8	0,035	0,025	0,8	16–18
AISI 430	0,12	1,0	0,045	0,03	1,0	16–18

Краткая характеристика и области применения.

Общая коррозионная стойкость данной стали во многих средах сравнима со стойкостью аустенитной стали 12X18H10T. Кроме того, в отличие от аустенитных никельсодержащих сталей

типа «18Cr-10Ni», низкоуглеродистые хромистые ферритные стали устойчивы и в различных серосодержащих средах. Поэтому, изделия из стали 12X17 могут быть использованы в системах для перекачивания газа, нефти и чистых нефтепродуктов, различных углеводородов, в технологических установках газо- и нефтепереработки. Конечно, при использовании той или иной стали желательны индивидуальные тесты на коррозионную стойкость, которая определяется температурой, контактом с другими материалами, нагрузкой, степенью непосредственного контакта с технологическими средами, длительностью непрерывной работы, абразивным воздействием продуктов, агрессивным влиянием моющих и/или дезинфицирующих растворов, а также другими специфическими условиями.

Низкая концентрация углерода в стали обуславливает исключение ее дополнительной стабилизации титаном, гарантирует отсутствие склонности стали к межкристаллитной коррозии при повышенных температурах (интенсивное карбидообразование в стали 12X17 начинается лишь при температуре свыше 1000 °C) и обеспечивает ее свариваемость. По своим эксплуатационным характеристикам данная марка стали является улучшенным аналогом стали 08X17T, которая по ГОСТ 5632–72 «рекомендуется в качестве заменителя стали марок 12X18H10T и 12X18H9T». Дополнительными преимуществами стали 12X17 является то, что в отличие от этих аустенитных никельсодержащих марок, она нечувствительна к коррозионному межкристаллитному разрушению в температурном интервале 500–800 °C и гораздо менее чувствительна к хлоридному растрескиванию под напряжением.

Благодаря низкому коэффициенту термического расширения сталь оптимальна для изделий, испытывающих перепады температур, а высокая теплопроводность предопределяет преимущества использования этой стали в системах теплообмена. Обладая сравнительно низкой тепловой инер-

Таблица 2. Сравнительные характеристики сталей марок 12X17 и 12X18H10T

Марка стали	Удельная теплоемкость (Дж/г·К) при 20 °С	Теплопроводность, (Вт/м·К) при 20 °С	Коэффициент термического расширения (106 °С –1) усредн.	Сопротивление коррозионному хлоридному растрескиванию, МПа	Магнитные свойства
12X17	0,44	25	10	350	Да (ферромагнетик)
12X18H10T	0,52	15	17,5	140	Нет

цией (удельной теплоемкостью), сталь 12X17 при меньших энергозатратах быстрее прогревается и охлаждается, что позволяет избежать возможного инерционного перегрева.

В табл. 2. приведены некоторые сравнительные характеристики сталей марок 12X17 и 12X18H10T.

Сталь 12X17 широко используется в следующих отраслях промышленности:

- гражданское машиностроение;
- архитектура и дизайн;
- пищевая промышленность;
- изготовление кухонной утвари, столов, сервировочного инструмента, моек, сливов, частей стиральных машин, барабанов и поддонов для посудомоечных машин и т.п.;
- автомобилестроение (декоративные системы выхлопа и т.п.);
- изготовление наружной и внутренней фурнитуры;
- оборудование для теплообменников.

Применение экономнолегированных безникелевых нержавеющей сталей в пищевой и перерабатывающей отраслях промышленности установлено стандартами и другими нормативными документами. Например, ГОСТ 27002 «Посуда из коррозионно-стойкой стали» указывает, что «для изготовления корпусов и крышек посуды, должны применяться стали марок 12X17 и др.».

Основной ГОСТ 5632 также регламентирует использование хромистых ферритных сталей марок 12X17 и 08X17T в качестве заменителей аустенитных хромоникелевых сталей типа 12X18H9T и 12X18H10T, в том числе и «для изготовления предметов домашнего обихода, кухонной утвари и оборудования пищевой промышленности».

В соответствии с данными справочной литературы, упомянутые ферритные стали могут использоваться при изготовлении деталей машин и аппаратов для винодельческой промышленности. Эти стали разрешено применять в непосредственном контакте с суслом, вином, ко-

ньячным спиртом, продуктами переработки отходов виноделия и т.д. А сталь 08X17T – для изготовления оборудования, используемого в мясной и молочной промышленности при температуре 30–140 °С.

Сталь 12X17 является весьма перспективной для применения в производстве технологического

оборудования для различных отраслей пищевой и перерабатывающей промышленности (мойка или гигиеническая обработка сырья, продуктов и оборудования, измельчение, разделение и сортировка продукции, смешивание, тепловая обработка, расфасовка и упаковка, транспортировка и т.д.), а также в масложировой, мясной, хлебопекарной, пивной и безалкогольной, спиртовой, ликероводочной и кондитерской.

Поскольку, по сравнению с никельсодержащими аустенитными сталями, хромистые стали обладают низким коэффициентом термического расширения (КТР) и повышенной теплопроводностью, это предопределяет их преимущественное использование (в том числе и для трубного проката) в таких теплообменных конструкциях как охлаждающие градильни и т.п. Низкий КТР обеспечивает более надежное фитинговое крепление и обеспечивает ускоренный теплообмен в системах охлаждения пищевых резервуаров (системы с охлаждением гликолем, водой и другими охлаждающими средами). Сварные конструкции и трубопроводы из хромистых сталей существенно меньше изменяют размеры при колебаниях температуры, что предопределяет снижение разрушающих усталостных нагрузок при перепадах температуры и предотвращает возможные утечки из гидравлических соединений.

Сталь 12X17 прекрасно зарекомендовала себя как материал устойчивый в газовых средах, образующихся при сжигании различного топлива. Эти среды могут содержать продукты полного (двуокись углерода, водяной пар, азот и т.п.) и неполного (оксид углерода, углеводороды, окислы азота, двуокись серы, сероводород и т.д.) сгорания. Применяется для изготовления корпусов и труб систем нейтрализации, рециркуляции, улавливания и выхлопа отработавших газов. Сложные окислительно-восстановительные высокотемпературные каталитические реакции и наличие агрессивных газовых сред диктуют непереносимое использование их в качестве конструкционного материала для изготовления выхлопных систем, а также для

печного и сопутствующего оборудования (вытяжные короба, дымоходы и т.п.).

Сталь 12Х17 не подвержена полиморфному превращению при нагреве и охлаждении, не упрочняется термообработкой и обладает хорошей стойкостью к образованию окалины вплоть до 850 °С, сохраняя свои полезные эксплуатационные механические свойства при высоких температурах.

Зависимость временного сопротивления при повышенных температурах приведена в табл. 3:

Таблица 3. Зависимость временного сопротивления стали 12Х17

Температура, °С	300	400	500	600
Предел прочности, МПа	450	430	250	145

Сталь 12Х17 классифицируется как жаростойкая при эксплуатации до температуры 850 °С, удовлетворительно сваривается любыми известными способами по специально разработанной технологии. Сталь не склонна к интенсивному росту зерна при высокотемпературном нагреве. Заметное ее упрочнение и полное охрупчивание (рис. 1) обусловлены образованием мартенсита при охлаждении. Повторный отжиг при 700–850 °С восстанавливает прочность и относительное удлинение, обеспечивая максимальную коррозионную стойкость сварных соединений в HNO_3 . В то время как более низкие температуры отпуска (450–600 °С) увеличивают скорость коррозии (рис. 2).

При технологических переделах стали 12Х17, во избежание образования трещин, сварку, гибку, правку и все операции, связанные с ударными нагрузками при изготовлении узлов оборудования, рекомендуется проводить с подогревом до 150–200 °С. Однако, подогрев может оказать и отрицательное влияние на пластичность и ударную вязкость околосшовного металла с ферритной структурой, так как способствует уменьшению скорости охлаждения и увеличению продолжительности нагрева в интервале температур близких к 457 °С. Ускоренное охлаждение существенно повышает пластичность этой стали. Для стали 12Х18Н10Т подогрев не требуется.

Рационально использовать дуговую сварку в инертных газах при соблюдении минимального тепловложения. В качестве присадочного материала можно использовать аустенитную проволоку 309L, Св-07Х25Н13, Св-08Х25Н13БТЮ и т.п. Допускается использование электродов и присадочных проволок на основе ферритной хромистой стали.

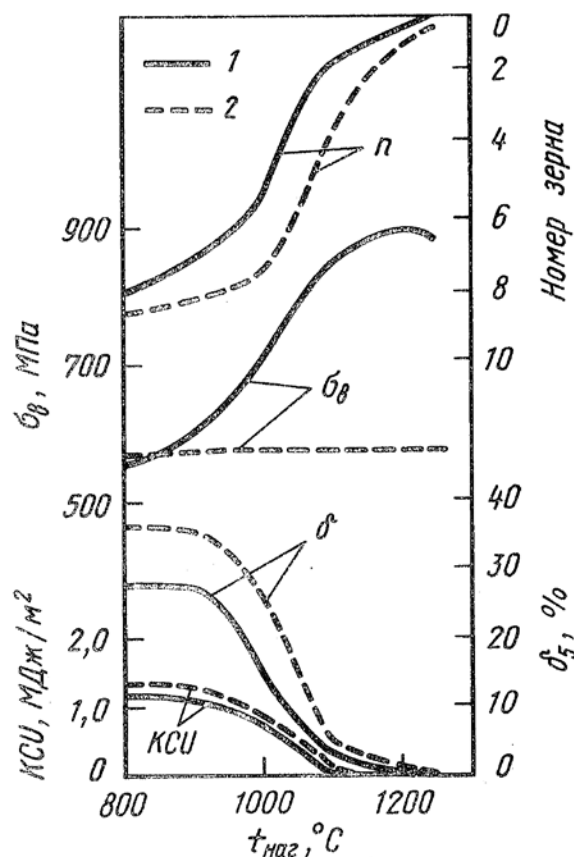


Рис. 1. Механические свойства и номер зерна стали марок 12Х17–1 и 08Х17Т – 2 после нормализации с различных температур нагрева. Выдержка 10 мин.

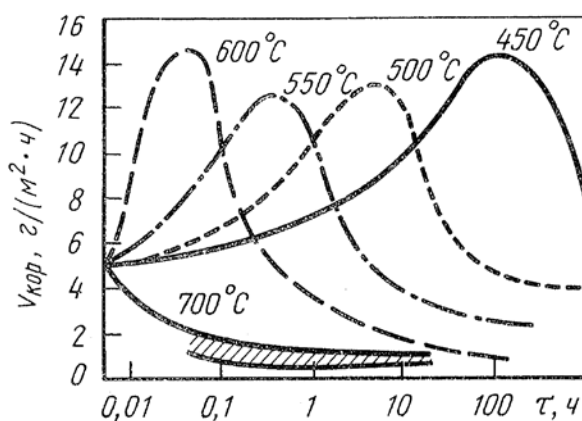


Рис. 2. Влияние температуры (цифры у кривых) и продолжительности отпуска на скорость коррозии в кипящей HNO_3 , закаленной с 1200 °С (15 мин, вода) стали 12Х17

Для того, чтобы гарантировать адекватную коррозионную стойкость необходимо убрать окалину и цвета побежалости травлением или механической обработкой щетками из нержавеющей стали и пропассивировать холодным 10–20% раствором азотной кислоты. После этого необходимы последующая тщательная промывка холодной водой и сушка.

● #976

Центр малоэнергоёмких технологий послесварочной обработки металлоконструкций

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

Технологические процессы сварки, литья, механической обработки, штамповки, прокатки вызывают в металлоконструкциях и изделиях образование внутренних остаточных напряжений, которые с течением времени перераспределяются и релаксируют, создавая упругие деформации, переходящие в пластические. Неравномерность протекания этих процессов в металле нарушает равновесное состояние и вызывает необратимые деформации, искажающие геометрическую форму изделий. Кроме того, остаточные напряжения, как правило, оказывают отрицательное влияние на выносливость при динамических нагрузках, коррозионную стойкость и эксплуатационную надёжность металлоконструкций.

При изготовлении сварных конструкций отрицательное влияние остаточных напряжений не всегда удастся в нужной степени минимизировать с помощью досварочных, а также выполняемых в процессе сварки мероприятий [1]. Поэтому в ряде случаев прибегают к послесварочной обработке, которая обычно заключается в отпуске или отжиге. Такая термообработка весьма энергоёмкая и высокочувствительная операция, от ее применения производители стараются уйти. Кроме того, термообработка не всегда дает требуемый технологический эффект.

В последние годы в мире наблюдается четкая тенденция расширения применения альтернативных отпуску и отжигу малоэнергоёмких технологий послесварочной обработки металлоконструкций. Проводятся такие работы и в наших странах. Следует выделить несколько групп технологий, над которыми работают специалисты. К ним относятся:

- вибрационная обработка в процессе сварки, после сварки и виброобработка в сочетании с местным нагревом [2];
- послесварочная обработка металлоконструкций поверхностным пластическим деформированием (проковка пневматическим и электромагнитным инструментом, дробеструйная обработка, ультразвуковая ударная обработка, лазерный наклеп и др.) [3];
- электрогидроимпульсная [4] и электродинамическая обработка [5];
- обработка взрывом [6].

Каждая из упомянутых групп технологий имеет свои достоинства, недостатки и рациональные области применения. Последние определяются с одной стороны минимизацией энергетических затрат, а с другой — технологическим эффектом, связанным с улучшением тех или иных служебных характеристик металлоконструкций.

Накопленный за последние десятилетия опыт промышленного использования послесварочной обработки свидетельствует о том, что эти технологии являются эффективным средством повышения размерной стабильности сварных базовых деталей металлообрабатывающего оборудования (станины, основания, стойки, поперечины и др.), рамных и корпусных деталей энергетического машиностроения, различных узлов и деталей судостроения и оборонной техники, в том числе из титановых и алюминиевых сплавов. При этом величина снижения остаточных напряжений первого рода может достигать 50–60-ти %, а энергетические затраты уменьшаются до 50-ти раз.

Послесварочная виброобработка в определенном диапазоне режимов способствует некоторому увеличению сопротивления усталости и коррозии.

В то же время виброобработка в процессе сварки и наплавки является эффективным средством снижения остаточных напряжений, повышения механических свойств и служебных характеристик (сопротивления усталости, износостойкости, коррозионной стойкости и др.), улучшения свариваемости сталей и других материалов.

Группа технологий послесварочной обработки поверхностным пластическим деформированием ориентирует производителей на выбор альтернативных и эффективных решений за счет использования прокатки, дробеструйной обработки, проковки пневматическим и электромагнитным инструментом, ультразвуковой ударной обработки, лазерного наклепа.

Дробеструйную обработку используют для повышения сопротивления усталости сварных соединений различных металлоконструкций (шнеки, радиальные колеса вентиляторов, балки, рамы и др.), твердости и износостойкости наплавленных поверхностей за счет наклепа. Обычно дробеструйная

обработка позволяет получать глубину наклепанного слоя до 0,5–0,8 мм. В случае лазерного наклепа глубина упрочненного слоя может быть в три раза больше. Хорошие результаты обеспечивает дробеструйная обработка и в части повышения коррозионной стойкости. При этом правильный выбор технологического материала (дроби, абразива, стеклянных шариков и др.) и размера его частиц в сочетании с основными параметрами режима позволяет существенно повысить коррозионную стойкость сварных соединений.

Продолжает совершенствоваться технология проковки. Опыт многолетнего промышленного использования поверхностного наклепа, выполняемого ударным пневматическим и электромагнитным инструментом, подтвердил его эффективность для повышения сопротивления усталости и коррозионной стойкости сварных соединений разнообразных машин и сооружений (сварные крановые и мостовые конструкции, рамы подвижного состава железных дорог, корпусные детали судов, элементы буровых платформ, гребные судовые валы с наплавками, детали машин с ремонтными заварками, наплавками и др.).

Многие специалисты считают, что ультразвуковая ударная обработка (высокочастотная механическая проковка) является наиболее эффективной технологией увеличения циклической долговечности (до 8–10 раз), повышения пределов выносливости и коррозионной стойкости сварных стальных конструкций.

Получены интересные результаты по электродинамической обработке, используемой для снижения уровня коробления тонколистовых (до 3–4 мм) металлоконструкций из алюминиевых, магниевых сплавов и сталей, а также с целью повышения их циклической долговечности за счет перераспределения остаточных напряжений.

Технологии обработки взрывом обеспечивают перераспределение остаточных напряжений и деформаций, увеличивают коррозионную стойкость в щелочных и других средах, повышают усталостную долговечность сварной конструкции в многоцикловой области нагружения.

Специфика работы с взрывчатыми веществами несколько ограничивает возможности применения этих технологий.

Можно уверенно утверждать, что уже существуют достаточные технологические наработки, позволяющие значительно сократить объемы нагрева для послесварочной обработки и ставить задачу на ближайшие годы по полному отказу от термообработки.

Однако следует отметить, что упомянутый выше арсенал альтернативных термообработке

малоэнергоемких технологий используется пока недостаточно.

Причин здесь несколько, но главных, по мнению автора, три.

Первая — сокращение объемов производства машиностроительной продукции и перманентный спад промышленного производства.

Вторая — разобщенность разработчиков различных технологий и их стремление любой ценой продвинуть свой товар, отсутствие соответствующего взаимодействия и нацеленности на конечный практический результат.

Третья — избыточное стремление производителей получить сиюминутную выгоду и не расходовать деньги на разработку энергосберегающих технологий и приобретение соответствующего оборудования. Присутствует и желание избежать риска, отдав предпочтение традиционным решениям. Устранить или значительно минимизировать отмеченные выше причины автор считает возможным за счет создания негосударственного инженерно-технического центра малоэнергоемких технологий послесварочной обработки металлоконструкций.

Основные направления деятельности центра могут включать:

- разработку рекомендаций по рациональному конструктивно-технологическому проектированию сварных конструкций и узлов с возможностью применения малоэнергоемких технологий;
- разработку рекомендаций по технологии досварочной обработки заготовок, сборки и сварки металлоконструкций и узлов;
- разработку и промышленное внедрение малоэнергоемких технологий послесварочной обработки металлоконструкций и изделий;
- разработку нормативной документации по новым малоэнергоемким технологиям послесварочной обработки;
- предоставление информационно-консультационных услуг;
- подготовку и обучение специалистов предприятий.

На первом этапе работы центра основное внимание должно быть уделено проковке бойковым инструментом, дробеструйной обработке, ультразвуковой ударной обработке (высокочастотной механической проковке) и виброобработке. В последующем объем предлагаемых технологий может быть расширен, тем более, что в ряде случаев целесообразно применять комбинированную обработку, которая дает соответствующий синергетический эффект.

Применение той или иной послесварочной обработки с целью снижения остаточных деформаций

ций во многом зависит от рационального выбора предшествующих конструктивно-технологических решений и соблюдения существующих технологических регламентов (досварочная обработка заготовок, порядок сборки и сварки, соблюдение режимов обработки и др.).

Центр малоэнергоемких технологий должен иметь в своем составе мобильную компоненту в виде лаборатории, скомплектованной на автомобиле. Географическое расположение центра не будет играть существенную роль.

Важны и организационные формы хозяйственной деятельности центра. Это может быть ООО, ЧП или смешанная форма собственности, но не государственное предприятие. Главная причина в том, что государство далеко не всегда эффективный собственник.

Для успешного функционирования центра необходимы высококвалифицированные специалисты-энтузиасты сварочного производства, финансовые ресурсы, поддержка сварочной общественности. Решение этих вопросов возможно по нескольким направлениям, требующим обсуждения с заинтересованными лицами.

Литература

1. Сварные строительные конструкции. Т. 1. Основы проектирования конструкций / Л.М. Лобанов. — К.: Наукова думка. — 1993. — 416 с.
2. Лащенко Г.И. Технологические возможности вибрационной обработки сварных конструкций (Обзор) // Автомат. сварка. — 2016. — № 7. — С. 28–34.
3. Лащенко Г.И. Технологии послесварочной обработки металлоконструкций поверхностным пластическим деформированием. // Сварщик. — 2016. — № 3. — С. 14–21.
4. Опара В.С. Электрогидроимпульсный метод снижения остаточных напряжений в сварных конструкциях // Сварочное пр-во. — 1990. — № 2. — С. 12–13.
5. Применение электродинамической обработки импульсно-частотным регулированием импульсов тока для продления ресурса авиационных конструкций из легких сплавов / Л.М. Лобанов, Н.А. Пашин, О.Л. Миходуй и др. // Автомат. сварка. — 2016. — № 7. — С. 9–17.
6. Петушков В.Г. Применение взрыва в сварочной технике / Под ред. Б.Е. Патона. — К.: Наукова думка. — 2005. — 753 с.

● #977

Техническая литература

Тел.: +38 (044) 200-80-14, 200-80-18

Г. И. Лащенко. Способы дуговой сварки стали плавящимся электродом. 2006. — 384 с.

Рассмотрены структурные схемы способов дуговой сварки сталей плавящимся электродом (ДСПЭ) и общие вопросы свариваемости сталей. Изложены современные представления об энергетической эффективности процесса, формировании швов, производительности и экологических показателях ДСПЭ. Приведены современные способы сварки с применением различных защитных сред, позволяющие регулировать тепловложение в свариваемое изделие, улучшающие формирование металла шва и повышающие производительность сварки. Приведены сведения о гибридных и комбинированных способах дуговой сварки плавящимся электродом.



З. А. Сидлин. Производство электродов для ручной дуговой сварки. 2009. — 464 с.

Детально описаны все стадии технологического процесса производства металлических покрытых электродов для ручной дуговой сварки, применяемые материалы и оборудование. Даны теоретические основы процессов, протекающих как при изготовлении, так и при применении электродов. Особое внимание уделено вопросам обеспечения качества продукции.

Для инженерно-технического персонала, сварщиков и рабочих электродных производств.

С. Н. Жизняков, З. А. Сидлин. Ручная дуговая сварка. Материалы. Оборудование. Технология. 2006. — 360 с.

Рассмотрены физико-металлургические процессы при ручной дуговой сварке покрытыми электродами. Даны характеристики и классификация электродов, представлена номенклатура промышленных марок, источники питания и другое оборудование. Изложены рекомендуемые технологии сварки сталей, чугуна и цветных металлов и их особенности. Рассмотрены дефекты сварных соединений и причины их образования, а также вопросы ремонтной сварки.



«Сварка в защитных газах плавящимся электродом», Часть 1. Сварка в активных газах А.Г.Потапьевский.

Описаны современные способы сварки в защитных газах плавящимся электродом, особенности горения дуги в защитных газах, виды переноса электродного металла и управление процессами сварки. Рассмотрены особенности металлургических реакций. Даны рекомендации по выбору электродной проволоки для сварки сталей, технике и технологии сварки, повышению производительности. Приведены сведения об аппаратах, источниках тока и системах обеспечения защитными газами, а также технике безопасности при выполнении сварочных работ.

E-mail: welder.kiev@gmail.com trofimets.welder@gmail.com URL: <http://www.welder.stc-paton.com/>

АВТОМАТЫ АДЦ 625 УЗ.1, 626 УЗ.1, 627 УЗ.1 для орбитальной сварки трубопроводов

Разработанные в ГП «НИЦ СКАЭ ИЭС им. Е.О. Патона» НАНУ сварочные комплексы **АДЦ 625 УЗ.1, 626 УЗ.1, 627 УЗ.1** предназначены для автоматической орбитальной сварки неплавящимся (вольфрамовым) электродом в среде инертных газов неповоротных стыков трубопроводов диаметром от 7 до 76 мм с толщиной стенки до 3,5 мм из сталей аустенитного и перлитного классов и высоколегированных сплавов в условиях монтажа и ремонта объектов энергетики, в том числе АЭС и ТЭС.

КРАТКАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Наименование параметра	Значение		
	Обозначение автомата		
	АДЦ627УЗ.1	АДЦ625УЗ.1	АДЦ626УЗ.1
Диаметр свариваемых труб, мм	7–24	18–42	42–76
Наименьшее межтрубное расстояние, мм	58	72	80
Пределы регулирования скорости сварки, м/ч	(0,42...15,2; 1,36...48,80)	(1,7... 33,9; 4,0...79,0)	(4,0–39,6; 7,2–71,6)
Диаметр вольфрамового электрода, мм	1,6	2,0; 3,0	
Наибольшее радиальное перемещение горелки, мм	15	16	20
Наибольшее перемещение горелки поперек стыка, мм	± 1,0	± 5,0	
Охлаждение горелки	газовое		
Пределы регулирования сварочного тока, А	8–250		
Пределы регулирования напряжения дуги, В	9–18		
Точность поддержания сварочного тока, не более, %,	± 2		
Точность поддержания напряжения дуги, не более, В,	± 0,20	± 0,15	
Наибольшая скорость перемещения горелки относительно механизма АРНД, мм/с	–	10,0	
Расположение электропривода вращения планшайбы	Параллельно оси трубы		
Масса головки сварочной, не более, кг,	3,0	3,5	4,9
Потребляемая электрическая мощность, не более. кВА.	6,0		

В состав каждого из сварочных комплексов АДЦ 625 УЗ.1, 626 УЗ.1, 627 УЗ.1 входят:

- многофункциональный источник питания ИЦ 617 УЗ.1 для сварки неплавящимся электродом в среде инертных газов (TIG — сварки);
- блок контроллера (система управления) ИЦ 616.20.00.000;

- пульт управления выносной ИЦ 616.30.00.000;
- одна из головок сварочных — АДЦ 625.03.00.000, 626.03.00.000 или 627.03.00.000 соответственно;
- коллектор АДЦ 625.07.00.000;
- комплект соединительных кабелей и проводов.

Источник питания ИЦ 617 УЗ.1 повышенной надежности обеспечивает:

- формирование необходимых для процесса TIG — сварки крутопадающих («шттыковых») внешних вольтамперных характеристик и аналогичные сварочным инверторам высокие динамические свойства;
- предустановку значений сварочного тока и временных параметров составляющих цикла сварки по сварочному току и подаче инертного газа;
- бесконтактное возбуждение сварочной дуги высоковольтным пробоем дугового промежутка;
- стабилизацию заданных значений сварочного тока и временных параметров цикла сварки при воздействии внешних возмущений;
- реализацию режимов автоматической шагоимпульсной сварки и сварки модулированным током, а также циклов сварки в режимах 2Т, 4Т и в специальном режиме 4Т — I;
- возможность дистанционного управления.

Блок контроллера (система управления) ИЦ 616.20.00.000:

- вырабатывает сигналы управления включением, выключением и длительностью функционирования составных частей и механизмов сварочного комплекта в режимах НАЛАДКА и СВАРКА согласно запрограммированным алгоритмам осуществления TIG — сварки неповоротных стыков трубопроводов;
- обеспечивает регулирование и поддержание в процессе сварки стабильного значения



Головки сварочные АДЦ 625.03.00.000, 626.03.00.000, 627.03.00.000

предварительно установленной скорости вращения планшайбы головки сварочной (скорости сварки);

- осуществляет управление функционированием автоматического регулятора напряжения дуги головок сварочных АДЦ 625.03.00.000, 626.03.00.000, обеспечивающим поддержание в процессе сварки стабильной длины дугового промежутка за счет автоматической компенсации её отклонений от заданного значения путем коррекции положения электрода головки сварочной относительно свариваемого изделия в соответствии с отклонениями напряжения сварочной дуги.

Пульт управления выносной ИЦ 616.30.00.000 содержит органы управления, сигнализации и индикации, обеспечивающие:

- выбор рода работы сварочного комплекса (НАЛАДКА / СВАРКА);
- выбор вида режима управления (АВТОМАТИЧЕСКОЕ / РУЧНОЕ);
- выбор вида режима сварки (НЕПРЕРЫВНЫЙ / ИМПУЛЬСНЫЙ);
- задание направления вращения планшайбы головки сварочной (ВПЕРЕД / НАЗАД);
- задание для режима НАЛАДКА направления радиального перемещения электрода головки сварочной (ЭЛЕКТРОД ВВЕРХ / ВНИЗ);
- предварительный контроль расхода инертного газа (КОНТРОЛЬ ГАЗА);
- включение /выключение цикла сварки (ПУСК / СТУП);
- задание значения напряжения дуги ($U_{св}$);
- задание значения скорости сварки ($V_{св}$);
- регулировку в процессе сварки значения сварочного тока ($\Delta I_{св}$);
- цифровую индикацию предварительно задаваемых и текущих значений сварочного тока ($I_{св}$), напряжения дуги ($U_{св}$), скорости сварки ($V_{св}$) и расхода инертного газа (ГАЗ) – в амперах, вольтах, обор./мин и л./мин соответственно.

Каждая головка сварочная включает в себя:

- корпус облегчённой конструкции;
- механизм зажатия головки сварочной на трубе;
- вращающуюся вокруг оси трубы планшайбу;
- механизм вращения планшайбы;
- горелку сварочную;
- исполнительный механизм вертикального перемещения горелки сварочной системы автоматического регулирования напряжения дуги в головках сварочных АДЦ 625.03.00.000, 626.03.00.000 и системы механического копирования в АДЦ 627.03.00.000.

Конструкция головок сварочных обеспечивает:

- быструю установку и закрепление головки на



Источник питания ИЦ 617 УЗ.1 типа УДГ – 257 УЗ.1 для сварки неплавящимся электродом в среде инертных газов

- свариваемом трубопроводе и ее снятие одним сварщиком-оператором;
- надежное закрепление корпуса головки на трубопроводе, что исключает ее смещение вследствие толчков или вибрации;
- точность установки головки на трубопроводе (не параллельность оси горелки сварочной по отношению к оси трубопровода не превышает 3 градусов);
- реверс направления вращения планшайбы (по команде системы управления);
- быструю замену изношенного вольфрамового электрода горелки сварочной;
- ламинарное истечение инертного газа и надежную защиту зоны сварки;
- возможность поперечного корректирования положения электрода горелки сварочной относительно стыка трубопровода.

Подключение любой из головок сварочных АДЦ 625.03.00.000, 626.03.00.000, 627.03.00.000 к источнику питания ИЦ 617 УЗ.1, блоку контроллера ИЦ 616.20.00.000, пульта управления выносному ИЦ 616.30.00.000 и системе газоснабжения осуществляется с помощью **коллектора АДЦ 625.07.00.000.**

Отличительной особенностью сварочных комплексов АДЦ 625 УЗ.1, 626 УЗ.1, 627 УЗ.1 является их способность обеспечивать качественный процесс автоматической орбитальной TIG – сварки неповоротных стыков трубопроводов при длине сварочного контура до 60 м.

Сварочные комплексы АДЦ 625 УЗ.1, 626 УЗ.1, 627 УЗ.1 изготавливаются под заказ. Срок выполнения заказа – до 16 недель.

Возможна поставка с различными вариантами комплектации – например, с двумя или тремя головками сварочными (по выбору Заказчика).

● #978

**За информацией о поставке автоматов АДЦ 625 УЗ.1, 626 УЗ.1, 627 УЗ.1
Вы можете обратиться:**

НТК «ИЭС им. Е. О. Патона» НАНУ
Тел./факс: +38 (044) 287-55-29
E-mail: Proskudin@ntk.in.ua, office@stc-paton.com
www.stc-paton.com

Weldex/Россварка 2016. Новейшее сварочное оборудование в действии

В Москве, в КВЦ «Сокольники» 11–14 октября 2016 г. состоялась 16-я Международная выставка сварочных материалов, оборудования и технологий Weldex/Россварка. Организатором этого мероприятия выступила Группа компаний ITE (www.iteexpo.ru), лидер рынка выставочных услуг в России.

Weldex/Россварка 2016 — авторитетная отраслевая выставка в России и Восточной Европе, где отечественные и зарубежные компании представляют современные технологические новинки и решения для всех видов сварки и родственных процессов. Выставка уже на протяжении 15 лет входит в обязательное посещение специалистами предприятий машиностроительной, нефтегазовой, энергетической и других отраслей промышленности; всех тех, кто заинтересован в приобретении продукции сварочного назначения.

Отметим, что в этом году впервые в рамках выставки состоялось заседание Научно-Координационного совета по развитию сварки и родственных технологий в Российской Федерации с участием представителей Министерства промышленности и торговли РФ и ведущих производителей продукции сварочного назначения.

В выставке Weldex/Россварка 2016 приняли участие более 170 компаний из 17 стран мира, большую часть из них составили российские компании. Отечественные и зарубежные участники представили современные технологические решения и новинки для сварки и родственных технологий различной ценовой категории.

Помимо постоянных участников выставки — российских и зарубежных лидеров отрасли: FANUC Robotics, Kemppi, Lincoln Electric, Messer, Bohler Welding, ЭСАБ, НПП «Технотрон», НТО ИРЭ-Полус, Государственный Рязанский приборный завод, ОАО «ММК-МЕТИЗ», ЗАО «НПФ «Инженерный и технологический сервис»,

ООО «Лосиноостровский электродный завод» и многих других, свою продукцию и услуги представили 35 новых участников, преимущественно российские компании.

На выставке специалистам сварочного дела, представилась возможность ознакомиться с новыми сварочными технологиями, оборудованием и материалами; увидеть оборудование в действии, оценить его технические характеристики.

В этом году выставку Weldex/Россварка 2016 сопровождало активное посещение ее специалистами, что свидетельствует о важности этого мероприятия для отрасли и неизменном интересе профессионального сообщества к представленным на выставке новинкам и технологиям.

Традиционно на стендах зарубежных и российских компаний были продемонстрированы новинки сварочного оборудования и материалов.

Так, компания Kemppi представила свои новейшие разработки в области механизированной сварки — серию продукции, в которой механизация объединена с преимуществами программного обеспечения источников питания и прикладного программного обеспечения Kemppi. Новая серия механизированного оборудования состоит из шести систем для MIG- и TIG-сварки. Серия включает системы различных уровней: от простых и компактных с питанием от аккумулятора до функциональных профессиональных систем для выполнения многослойных сварных швов при сварке труб.

ООО «Ниппон Сервис» — эксклюзивный, пользующийся признанием дистрибьютор по сварочным материалам и оборудованию японской компании NIPPON STEEL & SUMIKIN WELDING CO., LTD в Российской Федерации — представила изготовленные по «бесшовной» технологии газозащитную рутиловую порошковую проволоку SF-3AM, предназначенную для сварки во всех положениях низкотемпературных сталей в смеси защитных





газов $Ar + CO_2$ и газозащитную порошковую проволоку NSSW SF-50E рутилового типа. Эту проволоку рекомендуют для механизированной и автоматической сварки (в среде инертных газов и смесях) углеродистых и низкоуглеродистых низколегированных сталей во всех пространственных положениях.

ООО «МАГНИТ плюс» (Санкт-Петербург) — российский производитель оборудования для размагничивания, снятия остаточных сварочных напряжений и вспомогательного оборудования на основе постоянных магнитов, представила новую размагничивающую установку туннельного типа РУТТ-160, которая может быть применена практически в любом месте и со сколь угодно длинным изделием.

В рамках выставки Weldex / Россварка 2016 состоялся цикл круглых столов и конференций на актуальные темы.

Во второй день работы выставки, 12 октября, прошли заседания главных сварщиков Москвы и Московской области в форме «круглых столов» на тему «Лучшие технологии, оборудование, материалы для сварки, резки, наплавки от участников выставки Weldex 2016 для промышленных предприятий Московского региона и других областей России», организованные при участии Московского межотраслевого альянса главных сварщиков «ММАГС». Эксперты обсудили технические

аспекты новинок сварочной техники, их качественные характеристики, вопросы охраны труда и защиты окружающей среды, а также средства защиты от вредных производственных факторов при сварке, резке и наплавке.

В третий день работы выставки, 13 октября, состоялась Международная научно-практическая конференция «Модернизация сварочного производства стратегических отраслей промышленности», организованная при участии РНТСО и ММАГС. Основные научно-практические направления докладов: прогрессивное оборудование и технологии для любых видов электродуговой и плазменной сварки, резки, наплавки; качественные сварочные материалы; лучевые способы сварки; специальные виды сварки (диффузионная, холодная сварка, контактно-стыковая, сварка взрывом, трением, ультразвуковая сварка и т.д.); технологии и материалы получения клеевых конструкций; механизация, автоматизация и роботизация сварочных процессов; аддитивные технологии в сварке; сопутствующие технологии.

В рамках выставки Weldex традиционно прошли конкурсы «Лучший сварщик 2016», «Лучший молодой сварщик 2016», «Лучший инженер (учебный) в сварочной области 2016» и «Мисс Сварка Мира 2016». Конкурсы проводились для повышения престижа рабочей профессии сварщика, выявления и поощрения специалистов-сварщиков, обладающих выдающимися профессиональными знаниями и навыками. В конкурсных мероприятиях приняли участие более 100 сварщиков из России, СНГ и других стран мира, работающие на предприятиях в различных отраслях производства.

Также, в дни работы выставки, с 11 по 13 октября, прошли отборочные соревнования в расширенный состав Национальной сборной «Молодые профессионалы» (WorldSkills Russia) в категории «Сварочные технологии».

Состоявшаяся выставка Weldex / Россварка в очередной раз вызвала, по мнению специалистов, большой интерес у посетителей, помогла завязать множество полезных контактов для успешной реализации коммерческих планов и развития бизнеса.

Выставка Weldex проводилась при поддержке Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, Совета Федерации Федерального собрания РФ, Комитета Государственной Думы РФ по обороне, Комитета Государственной Думы РФ по земельным отношениям и строительству, Торгово-промышленной палаты РФ, Министерства инвестиций и инноваций Московской области.

Генеральным спонсором выставки Weldex / Россварка выступило ООО «КЕМПИИ».

Следующая выставка Weldex/Россварка пройдет с 10 по 13 октября 2017 г. в КВЦ «Сокольники».



ИЭС им. Е. О. Патона в годы войны 1941–1945 гг.*

А. А. Мазур, канд. экон. наук, В. И. Снежко, ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ (Киев)

В тяжелые военные годы советская наука сосредоточилась на решении проблем, способствовавших достижению победы над фашистской Германией. Необходимо было не только обеспечить армию, авиацию и флот достаточным количеством технических средств и вооружений, но и превзойти противника по качеству боевой техники. Были созданы лучшие танки Второй мировой войны — тяжелый ИС и средний Т-34. С помощью патоновских технологий сварки броневых сталей производство танков было поставлено на поток.

Новым словом в промышленном производстве танков стала замена ручной сварки бронекорпусов на автоматическую. Эту технологию до самого конца войны не смогли повторить ни наши союзники, ни противники.

В августе 1942 г. в перемещенной в Нижний Тагил лаборатории Института электросварки Академии наук СССР под руководством академика Е. О. Патона была создана первая поточная линия автоматической сварки бронекорпусов танка Т-34. Вскоре эти аппараты применялись уже на всех танковых заводах. Огнестойкость танков возросла на порядок, их выпуск в 1942 г. в пять с лишним раз превысил показатели 1941 г. В январе 1943 г. в танковом парке действующих фронтов имелось около 8,5 тыс. машин — в 6,5 раз больше, чем в январе 1942 г.

Недаром министр пропаганды III Рейха Геббельс в январе 1943 г. заявил: «Кажется каким-то чудом, что из обширных степей России появлялись все новые массы людей и техники, как будто какой-то великий волшебник лепил из уральской глины людей и танки в любом количестве».

Развернув крупносерийное производство танков и САУ, со второго полугодия 1941 г. до конца войны отечественные танковые заводы выпустили 102,8 тыс. боевых машин, что в два с лишним раза превысило объем производства на немецких заводах

и заводах оккупированных европейских стран за тот же период.

ИЭС в Нижнем Тагиле. С началом войны Е. О. Патон по рекомендации заместителя председателя Совнаркома СССР, наркома тяжелого машиностроения и наркома танковой промышленности В. А. Малышева обратился к Эвакуационной комиссии с просьбой перевести Институт на Урал, в Нижний Тагил и разместить его на территории Уральского вагоностроительного завода (УВЗ) им. Ф. Э. Дзержинского, где в это время на базе УВЗ и прибывшего из Харькова завода им. Коминтерна велись работы по организации Уральского танкового завода.

Выбор Патонем Нижнего Тагила был неслучаен. Для УВЗ перед войной Институт проводил исследования сварки различных марок низколегированных сталей, что давало возможность сократить

расход металла и уменьшить вес изделий. Еще в апреле 1941 г. в цехе изготовления грузовых железнодорожных платформ была внедрена автоматическая сварка под флюсом.

Накопленный опыт совместной работы по применению автоматической сварки, большая заводская сварочная лаборатория со штатом квалифицированных инструкторов,

наличие базы по изготовлению сварочных приспособлений и материалов предопределили выбор Е. О. Патонем Нижнего Тагила как наиболее подходящего места для размещения Института с целью максимальной помощи фронту. Способствовала этому и близость индустриальных гигантов — Уралмаша в Свердловске и Челябинского тракторного завода, превратившихся в скором времени вместе с УВЗ в крупнейшие центры отечественного танкостроения.

На новом месте пришлось начинать почти с нуля. Оборудования пришло намного меньше, чем ожидал директор. Из старой гвардии, с которой был пройден весь довоенный путь Института, мало кто остался. Из четырех заведующих отделами на месте был только один. Приехало всего лишь восемь старших научных сотрудников, столько же младших и два инженера. Из рабочих



Рис. Танк Т-34

* Часть 2. Продолжение серии публикаций по материалам книги: «ИЭС и государственное планирование развития сварочной науки, техники и производства»

экспериментальных мастерских не было ни одного, все были мобилизованы на фронт. Небольшой коллектив к концу пребывания в Тагиле вырос с 38 до 80 человек. Это было дружное сообщество, работавшее по суворовской формуле — не числом, а умением.

Евгений Оскарович умел ставить сложные, но выполнимые задачи, подбирать и воспитывать людей, передавать им свои идеи, свой энтузиазм. Он направил усилия коллектива на разработку принципиальных вопросов сварки под флюсом специальных сталей и на применение ее при выпуске крайне необходимой для фронта продукции, прежде всего танков. Нужно было значительно повысить качество сварных швов и производительность труда, обеспечить бесперебойное массовое производство танков при одновременном снижении затрат, трудоемкости и себестоимости.

Особо острыми были проблемы сварки бронекорпусов танков, лимитировавшие объемы и качество продукции. По действовавшей технологии требовались сотни квалифицированных сварщиков, что нереально было обеспечить в условиях возрастающих потребностей фронта в людских резервах.

В тяжелых условиях военного времени сотрудники Института под руководством Е. О. Патона впервые в мире в сжатые сроки решили сложнейшие научные и технические задачи, связанные с автоматической сваркой брони. Одновременно с разработкой технологии были спроектированы и изготовлены две установки для сварки наиболее уязвимого места танка — стыка борта корпуса с подкрылком. В начале января 1942 г. сварен первый образец. Технология, оборудование и сварные швы прошли успешную апробацию. Производительность автоматической сварки оказалась в 10 раз выше, чем у сварщиков-ручников. Высокое и стабильное качество сварных швов наряду с высокой производительностью стало весомым преимуществом нового способа сварки.

Испытания новой конструкции танка и нового способа сварки включали традиционный для танковой промышленности «отстрел», когда танк прямой наводкой расстреливается бронебойными и фугасными снарядами с небольшого расстояния. Первые же попадания снарядов в борт, сваренный вручную, вызвали недопустимые разрушения швов. При сварке автоматом борт без разрушения выдержал 7 попаданий снарядов, нос — 12 попаданий. Швы, сваренные автоматом, оказались равнопрочными броне. Результаты испытаний показали, что автоматическая сварка позволяет не только во много раз увеличить выпуск танков, но и делает их более живучими в бою. По итогам испытаний в январе 1942 г. наркомом танковой промышленности В. А. Малышевым был подписан приказ о массовом внедрении автоматической сварки под флюсом в танкостроении.

Под руководством Евгения Оскаровича была разработана и введена в строй первая в мире поточная линия сварки для массового выпуска бронекорпусов танков, оснащенная 20-ю установками автоматической сварки, что позволило решить острую проблему дефицита высококвалифицированных сварщиков. На автоматах работали обученные патоновцами юноши и девушки 16–18 лет, приехавшие из глубинных курских, мордовских и чувашских сел. Многие из них были такими маленькими, что приходилось подставлять им под ноги ящики, чтобы могли дотянуться до пульта управления. Но уже через некоторое время, сначала с помощью патоновцев, а затем и самостоятельно, молодежь прекрасно справлялась со сваркой таких нужных фронта «тридцатьчетверок».

Сотрудники Института, работая инструкторами, выступали не только в роли консультантов и советчиков, но были также практическими работниками и вместе с заводчанами отвечали за выполнение программы. Они начинали и заканчивали смену вместе с заводчанами, работая по 10–12 часов. Все сотрудники Института, включая 72-летнего директора и двух его сыновей, непосредственно участвовали в монтаже и наладке сварочных установок.

Внедрение автоматической сварки шло невиданными ранее темпами. Уже в конце 1941 г. автоматы под флюсом варили корпуса бомб и снарядов на других заводах оборонной промышленности.

Из официального отчета Института за 1942 г., самого напряженного для коллектива на Урале, видно, какой огромный объем работ выполняли его сотрудники:

1. Работы по скоростной сварке боевых машин и бомб разного типа на ряде заводов:

- проектирование, изготовление, монтаж, наладка и пуск станков, флюсовой аппаратуры и приспособлений для автосварки деталей боевых машин;
- инструктаж и обучение кадров по автосварке, которые проводились сотрудниками ИЭС непосредственно в цехах;
- совершенствование технологии автосварки под флюсом с целью повышения ее производительности и борьбы с трещинами в броне.

2. Работы по повышению надежности, упрощению и улучшению аппаратуры для скоростной сварки под флюсом:

- полный переход на переменный ток с отказом от всех моторов постоянного тока, дефицитных в мирное время, а в военное — тем более;
- переход к упрощению электрических схем, в которых ограничивались блокировкой работы сварочной головки и движения тележки во время сварки;

- отказ от электрической плавной регулировки скорости сварки, нужной главным образом для подбора режимов сварки, что чаще всего выполняется в лаборатории с применением моторов постоянного тока и реостатов, в пользу механической ступенчатой регулировки скорости при помощи коробки скоростей и сменных шестеренок или кплавнойрегулировкеприпомощимеханического вариатора.

Осуществление трех указанных мероприятий дало возможность упразднить генераторы постоянного тока, электромагнитные муфты для дистанционного переключения скоростей, реостаты и моторы постоянного тока, а также упростить аппаратные щиты и пульты управления, повысить надёжность их работы и качество сварных швов;

- переход к универсальному и стандартному аппарату скоростной сварки. Это освобождает заводы от необходимости проектировать и строить сложные сварочные станки, что для них является непосильной задачей ввиду их перегруженности текущей работой;
- переход к простейшей одномоторной головке, работающей на переменном токе. Механизм головки максимально упрощен, так как отпала необходимость в автоматической регулировке длины дуги в зависимости от напряжения на дуге. Это позволяет три отдельных механизма, служащих для подачи электродной проволоки, для ее правки и для подвода к ней сварочного тока, заменить одним простым двухроликовым механизмом;
- переход к отсосу флюса сжатым воздухом из заводской сети вместо пылесосов с капризным быстросходным коллекторным мотором.

Указанные выше мероприятия Институт осуществлял во всех проектируемых им новых сварочных установках, что резко сокращало простои, вызванные порчей электроаппаратуры, повышало производительность станков и давало возможность перевыполнять программу.

Открытие явления саморегулирования мощной электрической дуги, горящей под флюсом, дало возможность изготавливать простые и надежные автоматы с постоянной скоростью подачи электродной проволоки. Принцип работы сварочных автоматов с постоянной скоростью подачи проволоки широко применяется и в настоящее время не только в отечественной науке и практике, но и за рубежом, являясь важнейшим элементом усовершенствования систем автоматического управления процессом дуговой сварки под флюсом.

3. Разработка упрощенных составов флюса для автосварки малоуглеродистой стали и брони:

- плавненные флюсы, составляемые в основном из местных компонентов;

- флюсы, изготавливаемые без плавления из шлака доменных печей, родонита и других материалов;
- флюсы для сварки обыкновенной малоуглеродистой проволокой.

4. Работы по электродному делу:

- изыскание из местных материалов заменителей привозных компонентов для электродных покрытий;
- разработка новых марок электродных покрытий из местных компонентов для сварки обыкновенных сталей и брони. Электрод Б-1 для сварки брони. Качественный электрод для сварки на морозе. Электрод для резки литой брони;
- разработка мероприятий по усовершенствованию технологического процесса изготовления качественных электродов и по усовершенствованию оборудования электродных цехов;
- составление инструкций по изготовлению и по проверке качества электродов.

5. Работы по газовой резке брони:

- разработка мероприятий по сокращению расхода дефицитного кислорода в цехах. Составление норм расхода кислорода при резке брони разных толщин;
- работы по повышению производительности огневой резки путем предварительного подогрева;
- работы по борьбе с трещинами в броне, вызванными газовой резкой.

6. Текущее обслуживание цехов по вопросам сварки и газовой резки:

- обучение кадров по сварке и испытания сварщиков, проведение курсов и составление программ;
- инструктаж рабочих по вопросам сварки и резки, составление инструкций;
- во время освоения новых сварочных станков работа инструкторов института в роли мастеров-наладчиков;
- наладка сварочных и газорезущих машин и аппаратуры в цехах;
- разработка чертежей приспособлений для сборки и сварки;
- контроль качества электродов, изготавливаемых электродным цехом для завода;
- консультации и заключения по всем видам сварки и резки.

Первый танк. В начале января 1942 г., менее чем через два месяца после прибытия харьковчан, завод выпустил первый танк.

Конструкторы танка под руководством главного конструктора танкового КБ А. А. Морозова, убедившись в преимуществах сварки под флюсом, охотно шли на изменения отдельных узлов, чтобы обеспечить возможность применения сварочных автоматов.

На УВЗ автоматическая сварка увеличила производительность труда при выпуске танков в 5 раз,

обеспечила 43 % экономии электроэнергии и электродов, снизила потребности в рабочей силе более чем на 70 %. Только в Нижнем Тагиле сварочные автоматы высвободили более 300 высококвалифицированных сварщиков.

К началу 1945 г. общая трудоемкость производства танка Т-34, благодаря постоянной модернизации с целью повышения его тактико-технических данных, снизилась по сравнению с довоенным уровнем в 2,4 раза, себестоимость — примерно в 2 раза.

Позднее Е. О. Патон вспоминал: «Если бы швы, сваренные в Танкограде автоматами за три года, вытянуть в линию вдоль железнодорожного полотна, то длина составила бы шесть тысяч километров. Этот серебристый шнур протянулся бы от лесов Урала до садов родного Киева, оттуда до Берлина и дальше».

О технической и организационной сложности решенных во время войны проблем свидетельствует тот факт, что фашистская Германия так и не смогла применить механизированную сварку броневых сталей, а в США ее освоили только в последний год войны. Оценивая заочные соревнования между ИЭС и немецкими сварочными лабораториями, Е. О. Патон отмечал: «В годы войны фашисты неоднократно пытались использовать механическую сварку при производстве «тигров», «пантер» и других своих «звериных» танков, но так и не смогли этого сделать».

Анализ качества сварки немецких танков, оставшихся в 1943 г. на полях сражений под Орлом и Курском, показал, что все швы у них были сварены вручную. Качество сварки было много хуже, чем у наших танков.

Кроме танковых заводов, Институт внедрял автоматическую сварку и на других оборонных предприятиях. Впервые в мире автоматизация сварки позволила организовать поточно-массовое производство фугасных авиабомб, артиллерийских снарядов, в т.ч. реактивных снарядов для «катюш», целый ряд других видов боеприпасов и вооружения для нужд фронта.

В конце 1941 г. на заводах страны работали всего три автоматические установки, в конце 1942 г. — 40, в конце 1943 г. — 80, в марте 1944 г. — 99, в декабре 1944 г. — 133. До конца войны Институт вел работы на 52 заводах.

Несмотря на то, что в годы войны все силы Института были сосредоточены на решении проблем выпуска танков и другой оборонной техники, продолжались научные исследования по изысканию способов сварки спецсталей и дальнейшего внедрения их в оборонной промышленности. При участии Института освоена сварка авиационной брони, что сделало возможным выпуск ещё одного танка, на сей раз «летающего», наводившего на немцев страх штурмовика Ил-2, удивительного по своей живучести самолета.

За годы войны сотрудниками Института написано и издано более десятка печатных работ. Среди них третье издание фундаментальной монографии Е. О. Патона «Скоростная автоматическая сварка под слоем флюса» и уникальное по своему содержанию «Руководство по сварке бронеконструкций».

В январе 1943 г. по инициативе директора Института в Нижнем Тагиле была проведена научная конференция по сварке под флюсом.

Институт с честью выдержал испытание войной. Трудовой и научный подвиг патоновцев во время Великой Отечественной войны высоко оценен Родиной. Десять его сотрудников в 1943 г. были награждены орденами и медалями. Е. О. Патону за выдающиеся заслуги в ускорении производства танков присвоено звание Героя Социалистического Труда — первому из украинских академиков.

Вспоминая годы работы в Нижнем Тагиле, институтские ветераны, несмотря на все трудности быта, на нечеловеческие рабочие нагрузки и высочайшую ответственность за результаты своего труда, считали их самыми счастливыми годами своей жизни. А Евгений Оскарович в мемуарах писал: «Нашей основной заслугой я считаю то, что мы, настойчиво преодолевая все трудности, косность и пассивность, внедряли новый скоростной метод сварки в промышленность. Мы не закрывались в своих кабинетах, работали на заводах, вместе с заводами ковали грозное оружие победы. Содружество с заводами заставляло нас работать быстрее. За два года войны мы выполнили работу, на которую в мирных условиях потребовалось бы от 5 до 8 лет... Автоматическая сварка навсегда покинула пределы лаборатории и вышла на широкий путь производственного внедрения».

Перед отъездом Института из Нижнего Тагила пришло письмо от наркома танковой промышленности В. А. Малышева следующего содержания:

«Директору Института электросварки Академии наук УССР академику Е. О. Патону.

За период нахождения Института электросварки на заводе им. Коминтерна коллективом Института под Вашим руководством проделана исключительно большая и ценная работа по внедрению автосварки на танковых заводах и по повышению их производственных мощностей... Выражая благодарность Вам и руководимому Вами коллективу работников Института электросварки Академии наук УССР, надеюсь, что и впредь, несмотря на новые большие задачи, поставленные правительством перед Вашим Институтом, Вы не откажете при необходимости в помощи заводам танковой промышленности, на которых Вами уже проделана столь большая и плодотворная работа.

В. Малышев».

● #980

Сервисная карточка читателя

Без заполненного
формуляра
недействительна

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

- обведите в Сервисной карточке индекс, соответствующий интересующей Вас продукции/услуге (отмечен на страницах журнала после символа «#»);
- заполните Формуляр читателя;
- укажите свой почтовый адрес;
- отправьте Сервисную карточку с Формуляром по адресу: 01350, г. Киев, а/я 337, ред. журналов «Сварщик», «Сварщик в России».

967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978
979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990
991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000 1001
1002 1003 1004 1005 1006 1007 1008 1009 1010
1011 1012 1013 1014 1015 1016 1017 1018 1019
1020 1021 1022 1023 1024 1025 1026 1027 1028

Ф. И. О. _____

Должность _____

Тел. (_____) _____

Предприятие _____

Подробный почтовый адрес: _____

« _____ » _____ 2016 г.

подпись

Формуляр читателя

Ф. И. О. _____

Должность _____

Тел. (_____) _____

Предприятие _____

Виды деятельности предприятия _____

Выпускаемая продукция / оказываемые услуги _____

Руководитель предприятия (Ф. И. О.) _____

Тел. _____ Факс _____

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

Тел. _____ Факс _____

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

Тел. _____ Факс _____

Тарифы на рекламу 2016 г.

На внутренних страницах

Площадь	Размер, мм	Стоимость, руб.
1 полоса	210×295	20000
1/2 полосы	180×125	10000
1/4 полосы	88×125	5000

На страницах основной обложки

Страница	Размер, мм	Стоимость, руб.
1 (первая)	215×185	45000
4 (последняя)	210×295 (после обрезки 205×285)	30000
2		28000
3		26000

Изготовление оригинал-макета

- 10% стоимости рекламной площади

Статья на правах рекламы

- 1 стр. — 7500 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.

Сопроводительные материалы: распечатка файла обязательна, для цветных макетов — цветная, с названием файла, размерами макета и подписью заказчика. Размеры макета должны точно соответствовать указанным редакцией.

Носители: CD, DVD, или флэш-диск.

Зам. гл. ред., рук. ред. **В.Г. Абрамишвили**, к.ф.-м.н.:
тел./факс: +380 44 200-80-14, моб. +380 50 413-98-86
e-mail: welder.kiev@gmail.com

Ред., зам. рук. ред. **О.А. Трофимец**:

тел./факс: +380 44 200-80-18

e-mail: trofimits.welder@gmail.com

www.welder.stc-paton.com

Подписка-2017 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 (скидка 50 %)