



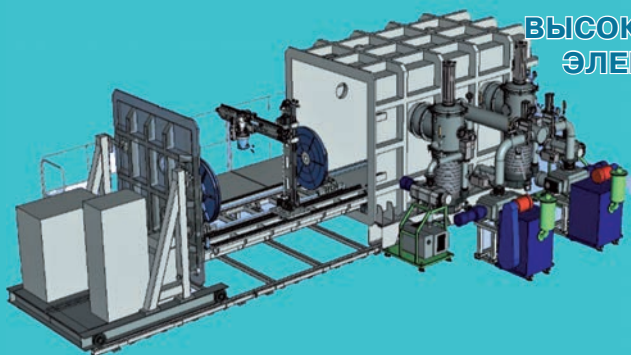
Научно–технический журнал

ЭЛЕКТРОМЕХАНИК

№5 | май 2015 | www.el-mech.ru

НОВЫЕ ПРОЕКТЫ – ГЛОБАЛЬНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В ПЕРИОД ЭКОНОМИЧЕСКОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

**ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЕ
ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ**
для реализации
национальных
программ



**ПАТРИОТИЗМ
БЕЗ ЛОЗУНГОВ И ФЛАГОВ**



МУЗЫКА РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ

Слесарь
механосборочных
работ Александр
Алексеев



Токарь-
универсал
Валерий
Лебедев



**С ПЕРСПЕКТИВОЙ
СТРАТЕГИЧЕСКОГО
ПАРТНЕРСТВА:**

**ОАО
«ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА»
И «STEIGERWALD
STRAHLTECHNIK»:**

от параллельного
развития –
к совместной
работе



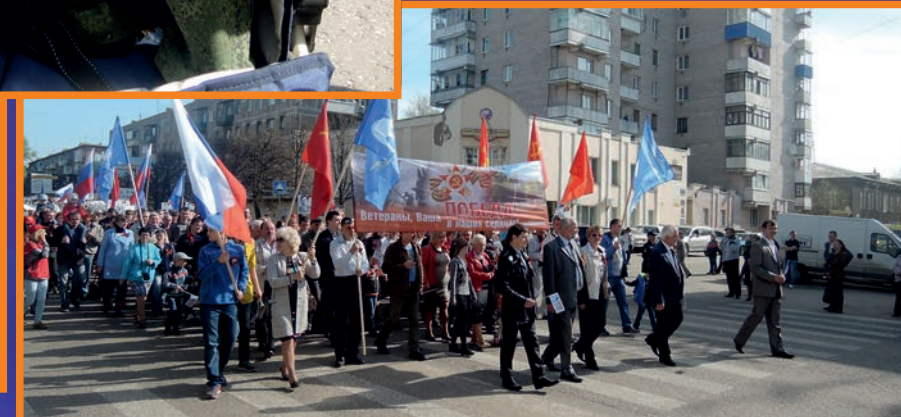
на ОАО «Электромеханика»
побывали представители
компании «Agilent
Technologies»

70 ЛЕТ

ПОБЕДА

в наших сердцах!

Коллектив ОАО «Электромеханика» принял участие в праздничных мероприятиях, посвященных 70-летию Великой Победы





Уважаемые читатели!

Пятый номер нашего журнала выходит в свет в период, непосредственно связанный с двумя значимыми событиями. Он отпечатан в середине мая: после великого праздника – 70-летия Великой Победы, и в преддверии научно-технической конференции, проводимой нашим предприятием ежегодно, в том числе и нынче, несмотря на общую экономическую неопределенность, с которой столкнулось наше государство вследствие неадекватной реакции мирового сообщества на политику руководства РФ.

В своих выступлениях Президент РФ В.В. Путин неоднократно отмечал, что однополярного мира больше нет. Сегодня Россия – это мощное самостоятельное государство, способное, с одной стороны, объединять ведущие политические и экономические силы в мире, с другой – само по себе являющееся символом, объединяющим общество. Насколько велика его сила – показали мероприятия 9 Мая, они продемонстрировали и технические достижения (во многих из которых есть вклад ОАО «Электромеханика») как разработчика и изготовителя инновационного высокотехнологичного оборудования), и возможность консолидации людей разных поколений, социальных категорий, объединенных общей идеей сохранения наших исторических и культурных ценностей, памяти о народном подвиге, вернув-

шем мир всей планете. Это особенно важно в то время, когда извне совершаются попытки переписать великую историю, принизить значимость подвига советских людей.

Но наше общество меняется к лучшему. Страна становится сильнее, а ее граждане нацелены на созидание. И патриотизм сегодня – не просто слово, он чувствуется во всем: и в стремлении обеспечить родное государство самыми современными техническими достижениями (что гарантирует ему независимость от внешних факторов), и в возрождении национальных традиций – таких, как торжественные шествия трудовых коллективов, приуроченные к праздничным датам. Так, 9 мая вся страна в едином строю прошла под знаменами «Бессмертного полка» – не по политической воле, а по велению сердца. К другим немаловажным традициям можно отнести стремление содержать в порядке и благоустраивать улицы, на которой живешь и работаешь, город, который любишь.

Наше предприятие традициям следовало всегда, бережно принимая их у старших товарищей, сохраняя и преумножая, передавая новым трудовым поколениям, за которыми завтрашний день. Сильные традициями предприятие делает сильнее свой регион и свою страну, а его коллектив, осознавая это, трудится в настоящем во имя достойного будущего.

Андрей Викторович КОНСТАНТИНОВ, председатель Совета директоров ОАО «Электромеханика»

СОДЕРЖАНИЕ

ГЛАВНАЯ ТЕМА _____	2
Высокотехнологичное электронно-лучевое оборудование для реализации национальных программ	
Особенности системы управления электронно-лучевой установки	
Особенности проектирования технологической операции электронно-лучевой обработки	
КОНТАКТЫ _____	24
От параллельного развития – к взаимовыгодному сотрудничеству	
НАУКА _____	30
Практика нанесения теплозащитных покрытий методом электронно-лучевого испарения и конденсации в вакууме в ОАО «УМПО»	
НОВОСТИ ОТРАСЛИ _____	32
НАШИ ПАРТНЕРЫ _____	33
С перспективой стратегического партнерства	
НА СВОЕМ МЕСТЕ _____	38
Музыка рабочей профессии	
КОНТАКТЫ _____	40
Вакуумтехэкспо-2015	
НА СВОЕМ МЕСТЕ _____	42
Токарь – профессия творческая	
ИНИЦИАТИВА _____	43
Бизнес можно заинтересовать в решении социально значимых задач	
ПАМЯТЬ _____	46
70 лет без войны	
Этой памяти верны	
НОВОСТИ ОТРАСЛИ _____	50
СОЦИАЛЬНАЯ РОЛЬ _____	52
«Мы знаем, что шефы всегда нам помогут»	
СОЦИАЛЬНАЯ РОЛЬ _____	54
Патриотизм без лозунгов и флагов	
Летчица из Сербии, патриот России	

«Электромеханик»

Научно-технический журнал
№ 5
Май 2015

Редакционная коллегия:

Светлана АРТЕМЬЕВА
(главный редактор)
Андрей КОНСТАНТИНОВ
(составление, консультация)

Верстка: Светлана РОМАНОВА
Автор дизайна: Ольга СОБОЛЕВА

Перепечатка материалов возможна только по согласованию с редакцией

Тираж 500 экземпляров
Отпечатано в ООО «Тверская фабрика печати»
Тверь, Беляковский пер., 46

Открытое акционерное общество
«Электромеханика»
172386, Россия,
г. Ржев, Тверская обл.
Заводское шоссе, 2
Тел.:
(48232) 6-57-40,
(48232) 2-29-50,
(48232) 2-06-06
Тел./факс:
(48232) 2-03-92,
(48232) 2-40-37
www.el-mech.ru
e-mail:
info@el-mech.ru

КОНСТАНТИНОВ В.В., к.т.н., генеральный директор ОАО «Электромеханика»
 СОКОЛОВ Ю.А., к.т.н., заместитель технического директора
 ОАО «Электромеханика»

ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЕ ЭЛЕКТРОННО- ЛУЧЕВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

для реализации
 национальных
 программ

Приоритетными задачами научно-технического развития России являются дальнейшее развитие авиастроения, судостроения, нанотехнологий, изготовления сверхпроводников для атомной промышленности. Программа создания на территории России современных производств по указанным направлениям – стратегическая задача развития страны, призванная обеспечить нашу экономическую безопасность и независимость по данному направлению от использования зарубежного оборудования. Для реализации перечисленных национальных программ необходимо высокотехнологичное наукоемкое электронно-лучевое оборудование.

Научно-технический задел, созданный в СССР отраслевыми и академическими институтами и промышленными предприятиями, позволяет при соответ-

ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ



ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ
 БЕСТИГЕЛЬНОЙ
 ЗОННОЙ ПЛАВКИ
 ТУГОПЛАВКИХ
 МЕТАЛЛОВ МЕТОДОМ "БЗП"

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОСЛОЙНОГО СИНТЕЗА "СЭЛС-1"



ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ СВАРКИ, ЛОКАЛЬНОЙ ТЕРМООБРАБОТКИ И МОДИФИКАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛА "ЭЛУ-20", "ЭЛУР-1АТ"



ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ
 НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ
 УЭ-200, УЭ-500

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ
 ПАЙКИ "ЭЛН-2"



ствующей поддержке производить в России на современном уровне большинство технологических установок, необходимых для решения государственных задач. Более того, это исключает постоянный контроль и зависимость от иностранных компаний (в настоящее время электронно-лучевое оборудование изготавливается в Германии, Франции, США, Украине) на протяжении всего жизненного цикла существования установки (эксплуатация, сервисное обслуживание, замена комплектующих и др.).

Более 50 лет, с 1959 года, ОАО «Электромеханика» занимается созданием различных по технологическому назначению электронно-лучевых установок для многих отраслей промышленности.

За этот период на предприятии по проектам НИАТа (г. Москва), НИТИ (г. Саратов), ИЭС им. Патона (г. Киев) и собственного НТЦ было изготовлено более 470 единиц электронно-лучевого оборудования для реализации технологий сварки, пайки, термического упрочнения, локального отжига, наплавки, напыления, модифицирования поверхностей и узлов.

Создание ряда электронно-лучевого оборудования с последовательно увеличивающимися габаритами вакуумных камер обеспечило возможность выбора оптимального решения для реализации конкретной технологической задачи.

С 1996 года предприятие самостоятельно разрабатывает конструкторскую документацию и изготавливает новые установки для электронно-лучевой сварки. Одновременно ОАО «Электромеханика» активно участвует в программе модернизации ранее выпущенного оборудования.

В зависимости от состояния основных узлов установки проводится:

- ▶ ревизия и восстановление внутренних поверхностей камеры;
- ▶ ремонт или замена вакуумных насосов, агрегатов, запорной и контролирующей аппаратуры;
- ▶ замена энергетических комплексов;
- ▶ восстановление или изготовление



Электронно-лучевые комплексы для сварки с объемом камеры до 1350 м³



- ▶ нового станочного комплекса;
- ▶ автоматизация технологического процесса.

В результате проведения таких работ в минимально сжатые сроки заказчик получает установки с характеристиками, превосходящими паспортные.

В настоящее время на предприятии разрабатывается целый ряд новых электронно-лучевых установок с различными компоновками, оснащённых современными автономными вакуумными станциями, энергокомплексами и компьютерными системами управления.

Для реализации национальных программ необходимо современное электронно-лучевое оборудование, способное решать следующие задачи:

- ▶ исключение влияния субъективных факторов на процесс сварки, пайки, термообработки, модифицирования поверхности, нанесения покрытий посредством закрепления отлаженного нормативного технологического процесса в управляющей программе и возможности блокировки несанкционированного изменения программы;
- ▶ обеспечение высокой стабильности технологических параметров;
- ▶ повышение точности механических перемещений;
- ▶ повышение комфортности условий работы оператора за счет интегрирования на рабочем месте органов управления;
- ▶ улучшение ремонтпригодности за счет автоматического диагностирования и тестирования оборудования средствами компьютерной системы управления;
- ▶ решение интерполяционной задачи управления механических координат и технологических параметров (ток процесса, ток фокусировки, токи отклоняющих систем и т.д.).

нат и технологических параметров (ток процесса, ток фокусировки, токи отклоняющих систем и т.д.).

- ▶ оснащение установок компьютерной системой управления, обеспечивающей в автоматическом режиме управление процессом подготовки вакуума, управление процессом сварки, пайки, термообработки, модифицирования поверхности, нанесения покрытий, автоматический контроль основных параметров режима, распечатку технологического паспорта, содержащего номер детали, характеристики процесса, выявленные отклонения от нормативного технологического процесса, дату и имя исполнителя (оператора).

До настоящего времени наибольшее распространение получили электронно-лучевые комплексы для сварки.

В авиационной промышленности РФ для сварки изделий деталей самолетов типа СУ, МИГ, ТУ, газотурбинных двигателей широко применяются специализированные установки серии «ЭЛУ», изготовленные ОАО «Электромеханика».

Отличительной особенностью этой серии является большой набор рабочих камер различного сечения, манипуляторов для перемещения электронно-лучевой пушки и изделий, вакуумных откачных станций, автоматизированных систем управления.

Основными элементами установок типа «ЭЛУ» являются:

1. Рабочая камера.
2. Станочный комплекс изделия и электронно-лучевой пушки.
3. Вакуумная система.
4. Энергетический комплекс.
5. Автоматизированная система управления.

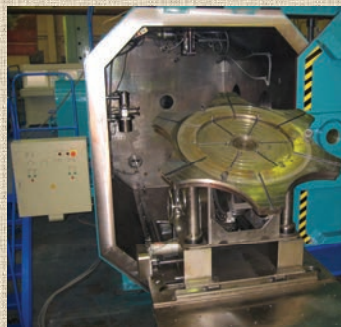
Типы компоновок станочных комплексов



Портальная (ЭЛУ-20Р)



Консольная (ЭЛУ-20Н, ЭЛУР-1АТ, ЭЛУ-20РЗ)



Комбинированная (ЭЛУ-ПМ)

Установки могут включать следующие опции: устройство оптического видеонаблюдения за процессом сварки, устройства контроля проплава, механизмы защиты смотровых окон от напыления, подачи присадочной проволоки и прочее.

Рабочая камера предназначена для создания вакуумного пространства, размещения станочных комплексов изделия, пушки и технологической оснастки.

По форме рабочие камеры можно разделить на:

- ▶ цилиндрические (установки типа «ЭЛУ-1», «ЭЛУ-2», «ЭЛУ-4», «ЭЛУ-5», «ЭЛУ-6», «ЭЛУ-8», «ЭЛУ-9», «ЭЛУ-10», «ЭЛУ-11», «ЭЛУ-12»);
- ▶ с прямоугольным сечением (установки типа «ЭЛУ 20», «ЭЛУ-20МК», «ЭЛУ-21», «ЭЛУ-24х8», «ЭЛУ-24х16», «ЭЛУ-К1», «ЭЛУР-1АТ», «ЭЛУ-20Р», «ЭЛУ-20НН»);
- ▶ с восьмигранным сечением (установки типа «ЭЛУ-13», «ЭЛУ-19», «ЭЛУ ПМ»).

К особенностям камер цилиндрического типа следует отнести: технологичность изготовления, повышенную прочность, низкий коэффициент использования рабочего пространства при сварке изделий, отличных от тел вращения.

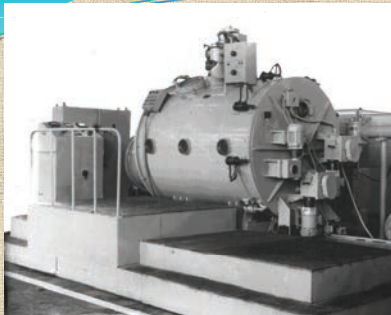
Камеры с прямоугольными сечениями более универсальны, позволяют эффективно обрабатывать широкую номенклатуру изделий. В промышленности используются камеры каркасного и бескаркасного исполнения. В камерах с бескаркасным корпусом стенки соединяются вакуум-плотными сварными швами, при этом существенно снижается трудоемкость изготовления.

К преимуществу рабочей камеры с восьмигранным сечением можно отнести высокий коэффициент использования рабочего пространства, увеличение жесткости, малые деформации стенок камеры под действием атмосферного давления.

В настоящее время в большинстве ГТД до 80% всех сварных соединений выполняется электронно-лучевой сваркой. Решение этих задач, связанных с повышением уровня существующих технологических процессов, освоением новых электронно-лучевых технологий, невозможно без применения современного оборудования.

В результате длительной работы по проектированию и модернизации оборудования для электронно-лучевых технологий на ОАО «Электромеханика» был разработан ряд установок, удовлетворяющих перечисленным требованиям: «ЭЛУ-5Р», «ЭЛУ-9М», «ЭЛУ-20Р», «ЭЛУ 20НН», «ЭЛУР-1АТ», «ЭЛУ-21М», «ЭЛУ-25М», «ЭЛУ-ПМ», «ЭЛН-2».

Типы вакуумных камер ЭЛУ



Цилиндрическая (ЭЛУ-5, ЭЛУ-9Б)

восьмигранная (ЭЛУ-ПМ)



Прямоугольная (ЭЛУ-20Р, ЭЛУ-Н1, ЭЛУ-К1)





Установка электронно-лучевой сварки «ЭЛУ-5Р»

УСТАНОВКА «ЭЛУ-5Р»

Установка электронно-лучевой сварки «ЭЛУ-5Р» предназначена для сварки деталей и узлов приборов из конструкционных и жаропрочных сталей, алюминия и его сплавов, меди и его сплавов, а также тугоплавких и активных металлов.

«ЭЛУ-5Р» позволяет сваривать:

- ▶ горизонтально расположенные цилиндрические изделия диаметром от 6 до 200 мм и длиной до 1800 мм (кольцевая сварка);
- ▶ вертикально расположенные цилиндрические изделия диаметром от 6 до 150 мм и длиной до 400 мм (кольцевая сварка);
- ▶ продольные швы на трубах диаметром до 200 мм или на плоскости длиной до 400 мм.

Рабочая камера установки «ЭЛУ-5Р» выполнена из толстолистовой нержавеющей стали в виде горизонтального цилиндра с внутренними размерами: диаметр 800 мм, длина 1800 мм.

Свариваемые изделия размещают на манипуляторе, который имеет три степени свободы: горизонтальное перемещение, наклон и вращение планшайбы. Для увеличения производительности возможна одновременная загрузка до 10 изделий.

Приводы к столу выведены из камеры через вакуумные уплотнения. Ходовые винты стола вращаются приводными ре-



Многофункциональный комплекс для электронно-лучевой сварки «ЭЛУР-1АТ»

дукторами и двигателями, которые размещены на наружной стороне крышки. Это позволило создать вакуумночистую рабочую камеру: значительно сократилось количество микрополостей, деталей для смазки и, следовательно, существенно сократилось время получения высокого вакуума. В качестве источника движения использованы сервоприводы переменного тока серии SA или сервоприводы компании Mitsubishi Electric.

Манипулятор размещается на откатной крышке и состоит из стола-вращателя, задней бабки, механизмов продольного и поперечного перемещений.

Равномерность рабочей скорости составляет $\pm 2\%$ от установленного значения, точность позиционирования $\pm 0,1$ мм. Стационарная электронно-лучевая пушка устанавливается сверху камеры.

Вакуумная система обеспечивает разрежение камеры до 1×10^{-2} мм рт.ст. в течение не более 10 минут, предельный вакуум 5×10^{-5} мм рт.ст. в течение не более 10 минут при подготовленной работе высоковакуумной линии.

В состав инверторного энергетического комплекса типа ЭЛА-60/15 входят: шкаф управления, источник высоковольтный 60кВ/15кВт, блок накала и смещения колонны.

УСТАНОВКА «ЭЛУР-1АТМ»

В ОАО «НПО «Сатурн» находится в эксплуатации автоматизированный многофунк-

циональный комплекс сварки ЭЛУР-1АТМ.

Установка предназначена для прецизионной электронно-лучевой сварки кольцевых, продольных швов на цилиндрических и конических изделиях из нержавеющей стали, жаропрочных и титановых сплавов. Установка позволяет производить сварку кольцевых и торцевых швов с вертикальной осью вращения изделий с диаметром от 160 до 3200 мм и высотой до 1700 мм; сварку прямолинейных швов: продольных до 2500 мм, поперечных до 1000 мм, вертикальных до 1700 мм. Масса изделий с оснасткой может составлять до 10 000 кг, толщина стенки – от 0,5 до 110 мм.

Установка «ЭЛУР-1АТМ» оснащена двумя внутрикамерными электронными пушками. Манипуляторы пушек включают в себя механизмы поперечного и вертикального перемещения (соответственно оси Y, Z для первой пушки и P, Q



Образец сварного изделия, получаемого с помощью комплекса ЭЛУР-1АТ



Установка электронно-лучевой пайки «ЭЛН-2»

– для второй), механизм для поворота пушки в вертикальной плоскости на $\pm 90^\circ$ относительно горизонтального положения (управляемые оси U, W с контролем вертикального и горизонтального положения).

Изделие располагается непосредственно на столе, который имеет механизм продольного перемещения вдоль камеры (ось X), или устанавливается на вращателе с вертикальной или горизонтальной осью вращения (ось A).

Подробнее об установке «ЭЛУР-1АТМ» рассказывалось в первом номере журнала «Электромеханик».

УСТАНОВКА «ЭЛН-2»

Установка «ЭЛН-2» предназначена для реализации технологического процесса высокотемпературной пайки теплообменников с нагревом электронным лучом.

Рабочая камера установки «ЭЛН-2», предназначенная для создания вакуумной среды в зоне пайки деталей электронным лучом с учётом газовых выделений при пайке, имеет следующие размеры внутреннего пространства камеры: длина – 2500 мм, диаметр 1350 мм.

Внутрикамерный модуль перемещений предназначен для загрузки в камеру, закрепления на планшайбе и перемещения изделий. Модуль обеспечивает

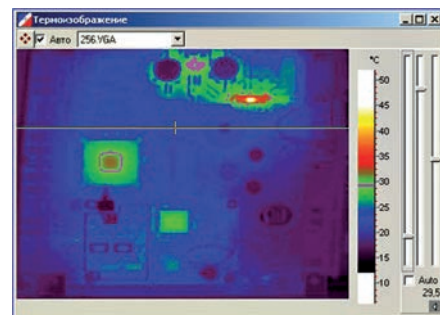
позиционирование изделий под пайку и состоит из механизмов продольного, поперечного, вертикального перемещения и вращения изделия. Грузоподъемность модуля – 60 кг. Диаметр планшайбы – 500 мм. Поперечный ход стола – 300 мм, продольный ход стола – 900 мм, вертикальный ход стола – 300 мм.

Система управления «ЭЛН-2» обеспечивает выполнение следующих функций: четырёхосевое позиционирование изделия во время технологического процесса, программное управление энергетическими характеристиками, возможность регистрации параметров технологического процесса и архивирования результатов. Управление процессом пайки производится через человеко-машинный интерфейс оператора.

Система измерения температуры имеет два канала:

- ▶ канал дистанционного, бесконтактного измерения температуры поверхности объекта по тепловому излучению;
- ▶ канал измерения температуры термомпарами.

Камера, направленная на поверхность объекта, через иллюминатор ЭЛУ формирует цифровой сигнал, пропорциональный энергии излучения. На компьютере выполняется программа, с помощью которой производится обработка по-



Пример термоизображения с установки «ЭЛН-2»



Процесс пайки

лученных данных и визуализация теплового изображения поверхности объекта, с учетом расстояния и пропускной способности стекла иллюминатора.

УСТАНОВКА «ЭЛУ-ПМ»

Установка «ЭЛУ-ПМ» предназначена для сварки и термической обработки цилиндрических и конических заготовок из нержавеющей стали и жаропрочных сплавов двумя электронно-лучевыми пушками:

- ▶ с вертикальным направлением луча сверху вниз при сварке круговых, кольцевых и продольных швов;
- ▶ с горизонтальным направлением луча поперек камеры для сварки кольцевых швов.

Изделие устанавливается на манипуляторе и сваривается горизонтальной или вертикальной пушкой попеременно от одного энергоблока.

Вакуумная камера выполнена с восьмигранным сечением с откатной передней и глухой задней торцевой крышками. Камера имеет габариты 3500x2200x2700 мм и изготовлена из нержавеющей стали с толщиной 25 мм для обеспечения биологической защиты. Жёсткость стенки камеры обеспечена рёбрами из стальной квадратной трубы 150x150x8. На верхней и боковой стенках камеры расположены фланцы для установки электронно-лу-



Установка электронно-лучевой сварки «ЭЛУ-ПМ»



Станочный комплекс установки «ЭЛУ-ПМ»



Электронно-лучевая пушка установки «ЭЛУ-ПМ»

чевых пушек с вертикальным и горизонтальным направлением луча; на боковой и задней стенках камеры предусмотрены фланцы для присоединения форвакуумной линии откачки и высоковакуумных агрегатов. На камере расположены вводы для питания привода вращения, продольного и поперечного перемещения изделия, внутреннего освещения, датчиков обратной связи. Внутренняя поверхность вакуумной камеры отшлифована. Данная конструкция камеры позволила максимально использовать рабочий объём, улучшить вакуумные соединения и эргономику, уменьшить металлоёмкость.

Станочный комплекс обеспечивает крепление изделия с оснасткой, подачу изделия в камеру, позиционирование изделия (установочные движения), продольное и поперечное перемещение и вращение изделия при сварке.

Механическая система перемещений установки имеет 7 степеней свободы: 5 осей станочного комплекса (продольное, поперечное и вертикальное перемещение изделия по осям X, Y, Z; вращение и наклон манипулятора – оси A и B); 2 оси C и D вертикального и горизонтального перемещения пушек.

Устройством рабочего перемещения изделия вдоль камеры по оси X является координатный стол с установленным

на нем манипулятором. Перемещение манипулятора по координате X (вдоль камеры) осуществляется перемещением стола координатного по шариковым линейным направляющим на 1300 мм с рабочими скоростями 10...40 м/час, отклонение рабочей скорости от установленного значения – менее 1%, точность позиционирования – $\pm 0,1$ мм. Движение координатного стола осуществляется от высокомоментного двигателя постоянного тока через косозубую цилиндрическую пару с возможностью выборки люфтов и шариковинтовую пару.

На загрузочной тележке также смонтированы шариковые линейные направляющие. В тележке установлены 4 пары катков на эксцентриках, которые позволяют передвигаться всей конструкции координатного стола с манипулятором по жестко закрепленному направляющему на дне камеры для осуществления загрузки и выгрузки изделий.

Манипулятор обеспечивает наклон закреплённого изделия с оснасткой на требуемый угол (от -5° до $+95^\circ$) с точностью $0,5^\circ$ относительно оси X с фиксацией положения наклона и вращение планшайбы в плоскости Y-Z. Скорость рабочего вращения изделия составляет 0,05...2,6 об/мин.

Для наклона изделия на боковых

стенках корпуса шпинделя расположены два косозубых сектора, с которыми зацепляются два косозубых венца вала-шестерни. Вращение вала-шестерни для наклона манипулятора производится рукояткой через коническую и червячную пары редуктора наклона.

Манипулятор комплектуется стационарной планшайбой диаметром 900 мм и быстросменной планшайбой диаметром 1600 мм.

Механизм вертикального перемещения (ось Z) обеспечивает настройку на рабочее расстояние от торца пушки до поверхности стыка. Подъём изделия с манипулятором осуществляется с помощью системы двух вертикальных шариковинтовых пар и двух опорных штанг с линейными подшипниками качения. Вращение винтов производится одновременно от одной рукоятки вручную. Величина вертикального перемещения – 465 мм, точность перемещения – 0,5 мм.

Механизм поперечного перемещения по оси Y обеспечивает настройку на рабочее расстояние от торца пушки до поверхности стыка. Механизм обеспечивает смещение манипулятора с изделием поперёк камеры ± 250 мм относительно оси камеры. Точность позиционирования по оси Y составляет менее $\pm 0,1$ мм на длине 500 мм.

Снизу каретки механизма поперечного перемещения крепятся 4 шариковые каретки, установленные попарно на 2-х шариковых линейных направляющих SBG 45FL.

Для установочных перемещений вертикальной и горизонтальной электронных пушек предусмотрено два однотипных механизма, представляющих собой выдвижную с помощью винтовой пары пиноль, на конце которой на кронштейне крепится электронно-лучевая пушка. Винтовой механизм с пушкой располагается в корпусе («кармане»), установленном на соответствующем фланце на верхней и лицевой стенах камеры.

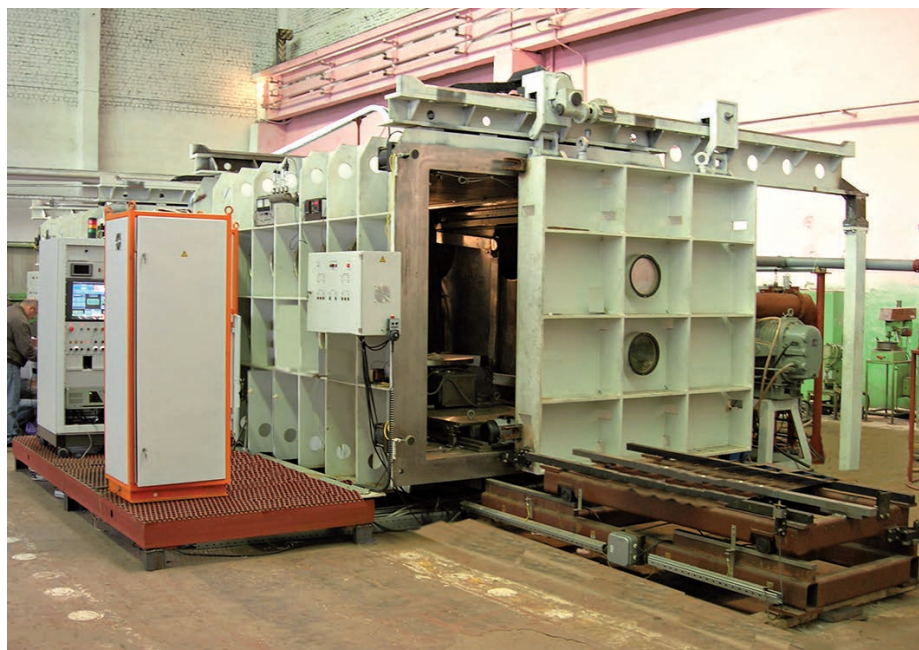
Вращение винтовых пар осуществляется от мотор-редукторов с асинхронными двигателями через пару цилиндрических шестерен. Мотор-редуктор с шестернями располагается вне камеры. Управление механизмами перемещения пушек осуществляется с панели шкафа загрузки.

Размещённые в карманах вакуумной камеры пушки имеют возможность перемещаться на 400 мм соответственно по оси Z (вертикальная пушка) и оси Y (горизонтальная пушка) для настройки на рабочее расстояние от торца пушки до поверхности стыка.

Энергетическая система включает комплекс «ЭЛА-60» и две электронно-лучевые пушки, укомплектованные турбомолекулярными насосами для получения локального высокого вакуума в катодном узле пушки. Электронно-лучевые пушки оснащены катодом из гексаборида лантана косвенного подогрева с повышенным ресурсом работы.

Комплект энергетического комплекса «ЭЛА-60» включает: сканер, работающий в режиме отраженных электронов, для точного наведения луча на шов свариваемых деталей и получения качественного видеоизображения зоны сварного шва; устройство развертки луча по окружности, полуокружности, эллипсу, линии и прямоугольному растру; устройство ввода-вывода кратера по заданной программе начала и окончания процесса сварки.

Видеоустройство позволяет точно наводить луч на кромки свариваемых изделий и контролировать визуально качество сварного шва.



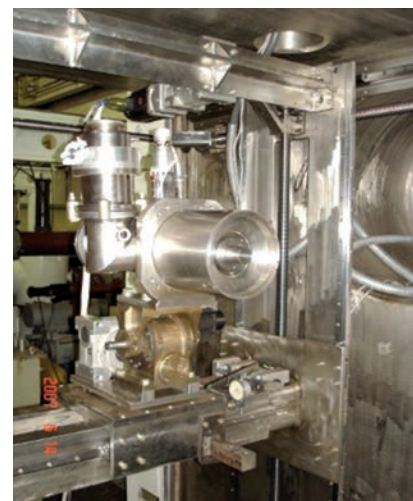
Установка электронно-лучевой сварки «ЭЛУ-20Р»

УСТАНОВКА «ЭЛУ-20Р»

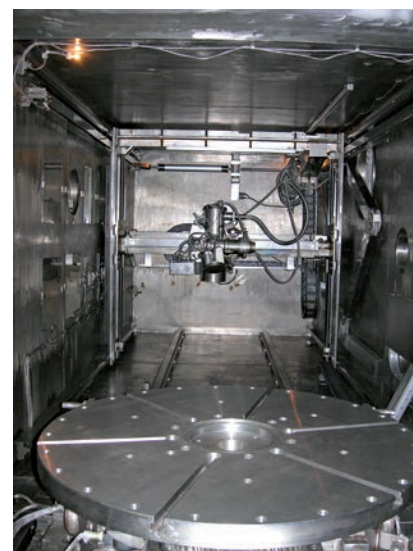
Установка «ЭЛУ-20Р» предназначена для прецизионной электронно-лучевой сварки круговых, кольцевых, продольных швов на цилиндрических и конических изделиях из нержавеющей стали, жаропрочных и титановых сплавов.

Сварка осуществляется от энергоблока «ЭЛА-60ВМ» с компьютерным управлением. Толщина свариваемых изделий – до 60 мм. Габариты обрабатываемых деталей с кольцевыми швами диаметром 20-1700 мм и длиной до 1500 мм, с продольными швами длиной до 2000 мм. Наибольший вес свариваемых узлов с оснасткой – 1700 кг.

Вакуумная камера установки предназначена для создания вакуумной среды в пределах $1,33 \cdot 10^{-2}$ Па ($1 \cdot 10^{-4}$ мм рт.ст) в зоне обработки деталей электронным лучом. Размеры рабочего пространства камеры составляют 4000x2000x2000 мм (длина x ширина x высота). Проходная камера каркасного типа представляет собой сварной параллелепипед из листовой нержавеющей стали 12Х18Н10Т толщиной 20 мм. Для создания жесткости стенки камеры усилены ребрами жесткости. На верхней стенке камеры расположен фланец для подвода энергоцепей к пушке. Вакуумная камера выполнена с откатной передней и задней торцевой крышками. Установка оснащена внутрикамерной пушкой.



Электронно-лучевая пушка установки «ЭЛУ-20Р»



Станочный комплекс установки «ЭЛУ-20Р»

Координатный стол предназначен для монтажа манипулятора, на планшайбе которого устанавливается изделия, и транспортировки в камеру. Представляет собой сварную тележку с тремя парами колес.

Манипулятор предназначен для сварки кольцевых и торцевых швов свариваемых изделий, закрепленных на планшайбе, с вертикальной и горизонтальной осями вращения.

Кантователь обеспечивает опрокидывание сварочного манипулятора (ось вращения – вертикальная) для установки на него свариваемой детали со сварочной оснасткой и снятие после сварки с помощью цеховых грузоподъемных механизмов; изменение оси вращения манипулятора сварочного для наиболее удобного выполнения сварки кольцевых и торцевых швов (горизонтальная и вертикальная оси вращения).

Энергетическая система включает комплекс «ЭЛА 60/60ВМ», электронно-лучевую пушку, турбомолекулярный насос для получения локального высокого вакуума в катодном узле пушки. Электронно-лучевые пушки оснащены катодом из LaB_6 косвенного подогрева с повышенным ресурсом работы.

Подробно об установке «ЭЛУ-20Р» рассказывалось в первом номере журнала «Электромеханик».

УСТАНОВКА «ЭЛУ-27»

Установка «ЭЛУ-27» предназначена для реализации нескольких электронно-лучевых технологий:

- ▶ сварки кольцевых, продольных швов на цилиндрических изделиях из нержавеющей стали, жаропрочных и титановых сплавов;
- ▶ высокотемпературной пайки изделий типа теплообменников;
- ▶ «сварки-пайки» химически активных металлов (ванадий, ниобий, тантал, молибден, вольфрам) со сталью.

Установка «ЭЛУ-27» представляет собой сложную технологическую систему (Т-систему), под которой, понимается совокупность функционально взаимосвязанных средств технологического оснащения, предметов производства и исполнителей.



Камера установки электронно-лучевой сварки «ЭЛУ-27»

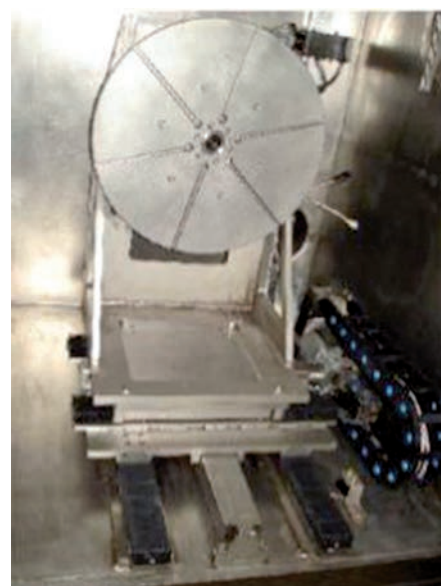
К характерным особенностям сложных Т-систем относятся: составной характер системы; разнородность подсистем и элементов, составляющих систему; многокритериальность оценок процессов, протекающих в системе.

Рабочая камера, предназначенная для создания вакуумной среды в зоне сварки изделий электронным лучом, имеет форму параллелепипеда со следующими размерами: длина – 1300 мм, ширина – 1200 мм, высота – 1500 мм, размер дверного проема – 1200x1500 мм.

Отличительной особенностью сварной конструкции камеры установки «ЭЛУ-27» от обычных является наличие двух вакуумноплотных и прочных оболочек, внешней – сваренной из простой листовой стали толщиной 12 мм, и внутренней рабочей – сваренной из нержавеющей стали 12Х18Н10Т толщиной 8 мм.

Внешняя оболочка изнутри оборудована ребрами жесткости толщиной 16 мм. Между ребрами и внутренней оболочкой имеется зазор – 2...3 мм. Все соединительные патрубки и гермовводы герметично связаны с внешней и внутренней оболочками.

Создание вакуумной среды в рабочей камере и межреберном пространстве происходит одновременно посредством откачной системы через соединительные патрубки. Разделение рабочего пространства от межреберного происхо-



Станочный комплекс установки «ЭЛУ-27»

дит вакуумным клапаном Ду-25, расположенным на присоединительном патрубке внешней оболочки.

Манипулятор предназначен для установки изделия на планшайбе и его перемещения. Привод продольного перемещения расположен вне камеры. Приводы поперечного перемещения и вращения планшайбы расположены внутри камеры. Точность перемещения по трём координатам обеспечивается за счет применения винтовых шариковых пар, линейных шариковых направляющих и сверхточных редукторов.

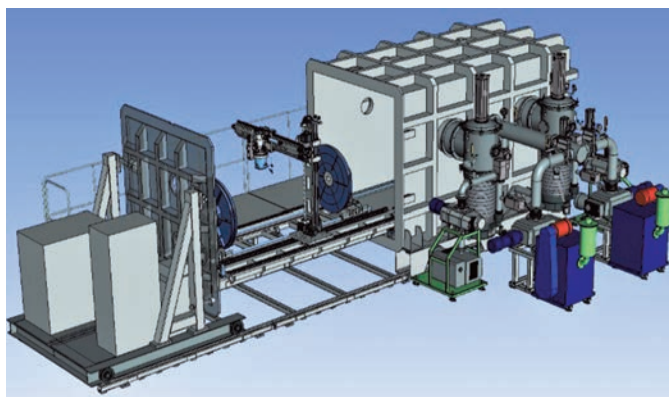
Расположение электронно-лучевой пушки – накамерное. Узел откачки пушки состоит из безмасляного турбомолекулярного насоса и клапана.

В состав энергетического комплекса установки «ЭЛУ-27» входят: электронно-оптическая система – электронная пушка («ЭПН-60/15»), высоковольтный источник питания («ИВС-60/15»), источники питания магнитных линз и накала катода, системы управления и контроля. Основные параметры энергетического комплекса определяются толщиной и теплофизическими характеристиками свариваемых материалов, требованиями к коэффициенту формы проплавления.

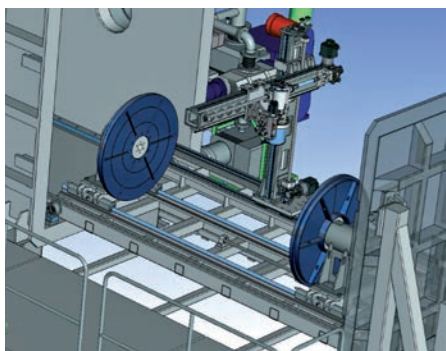
Система управления электронно-лучевой установки «ЭЛУ-27» оснащена тепловизором и устройством сканирования луча.



Установка «ЭЛУ-20РЗ»



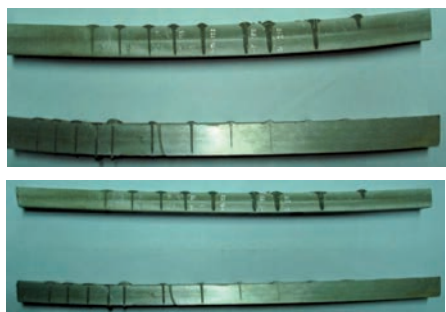
Трехмерная модель установки «ЭЛУ-20РЗ»



Трехмерная модель станочного комплекса установки «ЭЛУ-20РЗ»



Станочный комплекс установки «ЭЛУ-20РЗ»



Образцы сварных швов, получаемых на установке «ЭЛУ-20РЗ»

УСТАНОВКА «ЭЛУ-20РЗ»

Установка «ЭЛУ-20РЗ» предназначена для прецизионной электронно-лучевой сварки круговых, кольцевых, продольных швов на цилиндрических и конических изделиях из нержавеющей стали, жаропрочных и титановых сплавов.

Сварка осуществляется от энергоблока 60кВ/30кВт с компьютерным управлением. Толщина свариваемых изделий до 60 мм. Габариты обрабатываемых деталей с кольцевыми швами диаметром до 1000 мм и длиной до 2500 мм, с продольными швами длиной до 3000 мм. Наибольший вес свариваемых узлов с оснасткой до 2500 кг.

Исходя из опыта эксплуатации на сегодняшний день данных установок, в установке «ЭЛУ-20РЗ» была выбрана консольная система размещения и перемещения ЭЛП, построенная на современных шариковых линейных направляющих и шариковых винтовых парах.

Благодаря выбранной конструкции удалось обеспечить отсутствие влияния упругих деформаций элементов вакуум-

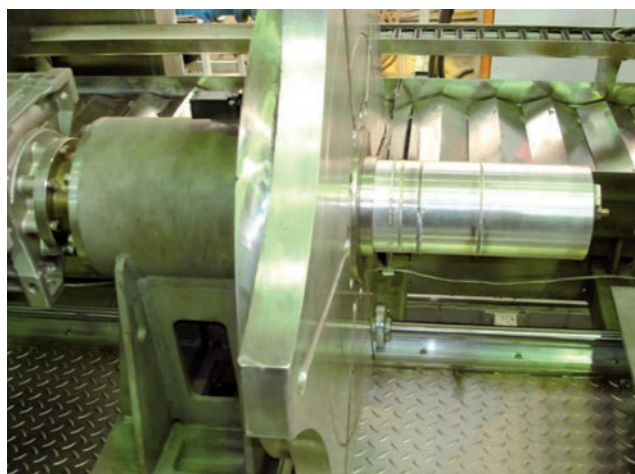
ной камеры в процессе вакуумной откачки на точность взаимного расположения электронно-лучевой пушки относительно свариваемого стыка. Обрабатываемое изделие с манипулятором базируются на том же подвижном основании, что и станочный комплекс. Основание не связано жестко с корпусом камеры и с откатной крышкой.

Станочный комплекс вместе с изделием выкатывается из камеры, что обеспечивает свободный доступ для операций установки/снятия изделий и для проведения обслуживания внутрикамерного оборудования. Также обеспечивается удобство чистки внутренних поверхностей вакуумной камеры.

Станочный внутрикамерный комплекс консольного типа включает: манипулятор с горизонтальной осью вращения; манипулятор с вертикальной осью вращения; центр задний; механизм продольного перемещения электронно-лучевой пушки (ЭЛП) (координата X); механизм поперечного перемещения ЭЛП (координата Y); механизм вертикального

перемещения ЭЛП (координата Z); механизм поворота ЭЛП.

Все приводы перемещения электронно-лучевой пушки оснащены сервоприводами. Управление серводвигателями рабочих перемещений ЭЛП по осям X, Y, Z и вращение изделия при сварке кольцевых швов осуществляется в ручном режиме и в автоматическом режиме.



Линейные перемещения по осям X, Y и Z осуществляются шарико-винтовыми парами от червячных редукторов, оснащенных серводвигателями. Перемещения по координатам составляют: продольное X – 3000 мм; поперечное Y – 1200 мм; вертикальное Z – 1000 мм.

Манипуляторы с вертикальной осью вращения и с горизонтальной осью вращения являются сменными узлами. Один из них может устанавливаться на каретку продольного перемещения манипулятора. Данная каретка обеспечивает настроечное перемещение вращателя по оси X (вдоль камеры) до 1000 мм. Каретка вращателя перемещается по прецизионным валам на шариковых линейных втулках с помощью мотор-редуктора с асинхронным двигателем и ШВП. Управление перемещением вращателя – дистанционное.

При сварке длинномерных изделий до 2500 мм для поджима используется задняя бабка. Тележка с задней бабкой перемещается и устанавливается в рабочее положение вручную, при этом тележка фиксируется на позиции специальными зажимами.

Высоковольтный источник питания электронно-лучевой пушки французского производства установлен на тележке откатной двери и перемещается со станочным комплексом, что обеспечивает минимальные расстояния высоковольтных цепей.

Установка свариваемого изделия на станочный комплекс производится вне вакуумной камеры при выдвинутой платформе. После закрепления изделия, на свариваемый стык выставляется ЭЛП. Операция проводится по технологии предприятия, эксплуатирующего установку.

Проведение тестирования совместного перемещения ЭЛП по траектории и вращения изделия от управляющей программы при открытой камере возможно при полностью свободном доступе к элементам станочного комплекса. Обеспечивается идентичность траекторий ЭЛП при атмосферном давлении вне камеры и при рабочем вакууме. Одним из способов может быть установка на стык ЭЛП с использованием в качестве визуального щупа лазерной указки. В этом случае лазерная указка закрепляется в лучевом ЭЛП. С помощью механизмов перемещения ЭЛП по координатам вручную по лазерному



Установка послыного синтеза электронным лучом «СЭЛС-1»



Электронно-лучевая пушка установки «СЭЛС-1»



Внутрикамерный стол установки «СЭЛС-1»

пятну проводятся контрольные проходы по траектории свариваемых стыков. Одновременно проводится запись траектории в память ЧПУ. После выполнения всех предварительных операций платформа со станочным комплексом и закреплённым на нём свариваемым изделием перемещается в камеру. После завершения откатных работ и создания рабочего разрежения установка готова к процессу сварки. Видео устройство позволяет точно наводить луч на кромки свариваемых изделий и контролировать визуально качество сварного шва.

Автоматизированное рабочее место оператора реализовано на базе промышленного компьютера с сенсорным экраном. Задание управляющих воздействий и ввод программируемых параметров технологического процесса осуществляется с помощью клавиш, отображаемых на мониторе. Система управления во время работы производит запись и хранение

параметров технологического процесса с привязкой к реальному времени.

Установка в базовом комплекте снабжается устройствами видеонаблюдения, защитным стробоскопом, системой автономного охлаждения и системой автономного питания сжатым воздухом. Возможно включение в комплект установки устройства контроля проплава, механизмов защиты смотровых окон от напыления, механизма подачи присадочной проволоки и других опций.

УСТАНОВКА «СЭЛС-1»

Задачей проекта по созданию установки послыного синтеза электронным лучом «СЭЛС-1» было не только изготовление изделий сложной геометрической формы в автоматическом режиме на базе компьютерных объемных геометрических моделей, но и получение искусственных КМ с упрочняющими слоями.

Рабочая камера установки «СЭЛС-1»

предназначена для создания вакуумной среды в зоне спекания/плавления изделий электронным лучом. Камера имеет следующие размеры внутреннего пространства: длина – 1300 мм, ширина – 1200 мм, высота – 1500 мм. Камера оснащена тремя смотровыми окнами: по одному на камере и двери – для визуального наблюдения; одно – на верхней стенке камеры, для установки контрольно-измерительных приборов.

Отличительной особенностью сварной конструкции камеры установки «СЭЛС» от обычных сварных конструкций является наличие двух вакуумноплотных и прочных облочочек, внешней – сваренной из простой листовой стали толщиной 12 мм и внутренней рабочей – сваренной из нержавеющей стали 12Х18Н10Т толщиной 8 мм.

Внутрикамерный стол является одним из основных узлов установки и состоит из следующих частей: механизм вертикального перемещения – подача порошка; механизм вертикального перемещения изделия; механизм поперечного перемещения каретки; бункер для подачи гранул № 1; бункер для подачи гранул № 2.

Механизм вертикального перемещения (подача гранул) обеспечивает перемещение порошка под каретку. Механизм реализован на базе актуатора – линейного механизма, включающего в себя линейные направляющие и шариковую пару. Аналогично реализован механизм вертикального перемещения изделия, который обеспечивает в технологическом цикле периодическое перемещение подложки на величину спекаемого слоя.

Механизм перемещения каретки обеспечивает нанесение слоя гранул на изделие. Механизм выполнен на базе линейного модуля типа СТМ2 (винт-гайка).

В состав энергетического комплекса «БЭВС 60/15» входят электронная пушка и высоковольтный источник питания. Электронно-оптическая система пушки, формирующая луч электронов с заданными параметрами, состоит из следующих основных элементов: катод, анод, фокусирующая электромагнитная линза, отклоняющая электромагнитная линза. Катод является источником электронов. Используются прямонакальный катод.

Прямонакальные вольфрамовые или танталовые катоды изготавливаются из металлических лент и нагреваются до 2400...2600°C за счет непосредственного пропускания через них электрического тока. Мощность электронного луча регулируется за счет тока луча (I_{λ}) путем изменения эмиссии катода вследствие его нагрева. Для повышения работоспособности и срока службы катода применяется дифференциальная откачка. Получение вакуума в катодном узле пушки выполнено с применением турбомолекулярного насоса.

Вакуумная система обеспечивает получение разрежения в камере до $1,33 \cdot 10^{-2}$ Па. Она обеспечивает два режима откачки: низковакуумный и высоковакуумный. Низковакуумный режим откачки воздуха из рабочей камеры обеспечивается механическим золотниковым насосом НВЗ-160Т и двухроторным насосом Рутса RVB 22.30. Высоковакуумный режим откачки обеспечивается насосом «НД-400», для подготовки к работе высоковакуумного насоса «НД-400» применяется пластинчатый роторный насос 2НВР-5ДМ.

Система управления установки

последующего синтеза обеспечивает реализацию следующих функций: чтение объемных геометрических моделей прототипов в форматах CAD – программ; расчет режимов обработки спекания/плавления; создание баз данных объемных геометрических моделей прототипов; формирование управляющей программы синтеза изделия по слоям; подключение установок к компьютерным сетям по протоколу TCP/IP.

В составе СУ используется блок измерения температурного поля в зоне плавления (тепловизор) и устройство управления сканированием луча для получения заданного температурного поля.

Оптическая камера, направленная на зону плавления, обрабатывает сигналы пропорциональные энергии излучения и передает по цифровому протоколу информацию в компьютер. На компьютере выполняется обработка полученных данных, визуализация теплового изображения поверхности объекта.

Использование генератора цифрового управления лучом совместно с тепловизором позволило значительно расширить возможности электронно-лучевого плавления,

компенсируя недостатки априорной технологии с заранее заданными значениями параметров процесса.

Размеры изготавливаемых изделий на установке «СЭЛС-1» могут составлять: длина – до 300 мм; ширина – до 300; высота – до 200 мм.

Продолжая тему, следует сказать, что в настоящее время «Электромеханика» разрабатывает проект, связанный с применением электронно-лучевых технологий для получения гранул титановых и жаропрочных сплавов размером до 1 микрона.

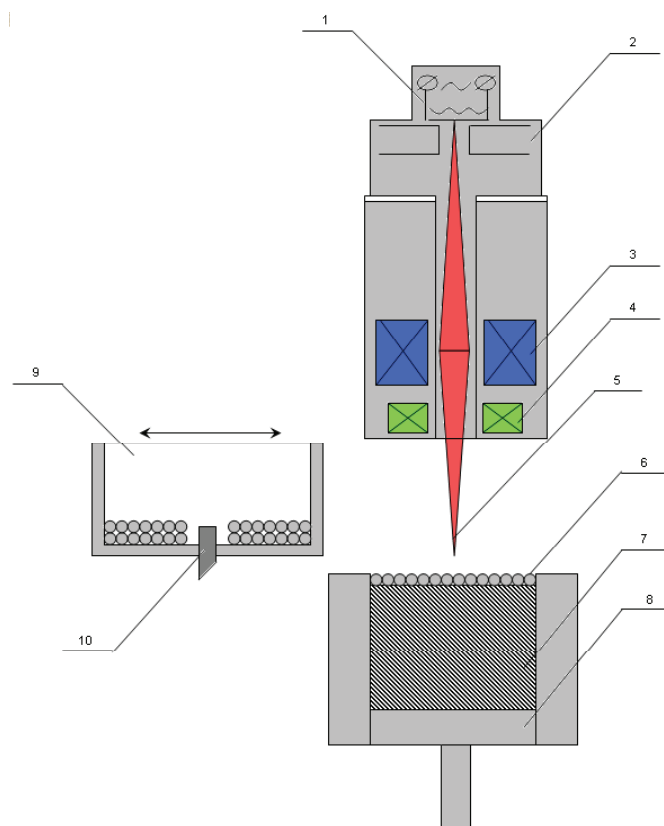


Схема процесса СИЭЛ

СОКОЛОВ Ю.А., к.т.н., заместитель технического директора
ОАО «Электромеханика»

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННО- ЛУЧЕВОЙ УСТАНОВКИ

Автоматизация процесса электронно-лучевой сварки – непростая задача. Как объект управления, установка для электронно-лучевой сварки представляет собой сложную технологическую систему (Т-систему), под которой, согласно ГОСТ 22954-78, понимается совокупность функционально взаимосвязанных средств технологического оснащения, предметов производства и исполнителей, предназначенная для выполнения в регламентированных условиях заданных технологических процессов и операций в соответствии с требованиями нормативно-технической документации.

К характерным особенностям сложных Т-систем относятся: составной характер системы; разнородность подсистем и элементов, составляющих систему; многокритериальность оценок процессов, протекающих в системе; семиотическая природа информационных связей между подсистемами и элементами.

При проектировании Т-системы к числу наиболее наукоемких проблем относится построение системы управления (СУ), представляющей собой особый класс динамических систем, отличающихся наличием самостоятельных функций и целей управления, высоким уровнем системной организации. Сложная СУ пред-

ставляет собой некоторое множество взаимосвязанных и взаимодействующих подсистем управления, выполняющих самостоятельные и общесистемные функции управления.

Основной функцией СУ является программирование работы элементов Т-системы в соответствии с заданной технологией и фактическое осуществление этой технологии путём выдачи управляющих сигналов на приводы рабочих механизмов, источник питания электронно-лучевой пушки, клапаны и насосы вакуумных станций.

В СУ целесообразно выделить следующие компоненты: активную, чувствительную, изолирующую, управляющую, программно-математическую и каналы связи. Активная компонента осуществляет определение положения рабочих механизмов манипуляторов изделия и пушек. В состав наиболее сложных элек-

тронно-лучевых установок входят несколько пушек с собственными источниками питания, различные манипуляторы. Чувствительная компонента обеспечивает контроль сварного шва, параметров процесса сварки. Изолирующая компонента обеспечивает нормальную работу СУ, компенсируя или ослабляя внешние помехи. Каналы связи предназначены для передачи координирующих, управляющих и корректирующих сигналов, обеспечивая взаимодействие компонент системы.

При разработке систем управления процессом электронно-лучевой сварки, определении терминов и режимов работы следует пользоваться ГОСТ 34.003-90, ГОСТ 34.201-89, ГОСТ 20523-80, ГОСТ 19781-90.

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Функции системы управления электронно-лучевой установки можно определить через совокупность её внешних взаимодействий:

- ▶ перемещение механизмов манипуляторов ЭЛП и изделия для формирования шва (геометрическая задача);
- ▶ последовательно-параллельное управление дискретными механизмами, элементами вакуумных станций (логическая задача);
- ▶ взаимосвязанное управление источниками питания электронно-лучевых пушек и приводами перемещений изделий и пушек (технологическая задача);
- ▶ организация интерфейса с оператором (терминальная задача);
- ▶ идентификация состояния технологической системы, формирование файлов состояния элементов Т-системы, файлов событий и аварийных ситуаций (диагностическая задача);
- ▶ документирование технологического

Применение систем автоматизированного и автоматического управления позволяет добиться существенного повышения качества получаемых соединений, расширить технологические возможности установок, обеспечить высокую воспроизводимость процесса, повысить производительность труда и надежность функционирования установок

- процесса сварки (архивная задача);
- ▶ математическое моделирование технологического процесса (задача оптимизации);
- ▶ диспетчеризация приведённых выше задач (системная задача).

Традиционно в СУ в качестве управляющей компоненты для решения геометрической задачи используют устройства числового программного управления (УЧПУ), которые рассматривают как управляющую машину реального времени, формирующую сигналы на исполнительные органы станка в соответствии с заданной управляющей программой (УП) и информацией о состоянии управляемого объекта. Под системой числового программного управления (СЧПУ) понимается совокупность функционально взаимосвязанных и взаимодействующих технических и программных средств, обеспечивающих числовое программное управление электронно-лучевой установки.

Современная СЧПУ позволяет выполнять не только геометрическую, но и технологическую задачу управления, т.е. реализует совместную интерполяцию механических и технологических осей (ток сварки, ток фокусировки, токи отклоня-

ющих систем по осям X и Y, амплитуда развёртки).

Управляющая программа технологического процесса сварки составляется в стандартных G-кодах и M-функциях – базового языка программирования ЧПУ DIN66025. Под управляющей программой согласно ГОСТ 20523-80 понимается совокупность команд на языке программирования, соответствующая заданному алгоритму функционирования установки по сварке изделия. В каждом вычислительном цикле происходит изменение программируемых координат манипуляторов пушек и отделений, токов сварки, фокусировки и отклонения на $\Delta I_{св}$ и ΔI_{ϕ} , ΔI_x , ΔI_y . После получения информации об окончании отработки кадра ($L_i > L$ кадра) программа переходит к исполнению следующего кадра.

При задании в кадре управляющей программы технологических параметров обеспечивается их совместная с механическими осями интерполяция.

Логическая задача управления, выполняемая, как правило, на базе программируемых логических контроллеров (ПЛК), организует последовательное выполнение операций по управлению ис-

полнительными элементами вакуумных станций, рабочих и вспомогательных механизмов установки в соответствии с заданным алгоритмом работы.

Организация диалога с оператором (терминальная задача) выполняется через человеко-машинный интерфейс системы управления. Экран панели оператора, как правило, разделен на функциональные окна:

- ▶ мнемосхемы вакуумных станций, параметров энергетических комплексов, манипуляторов установки;
- ▶ режим управления: наладочный, ручной, автоматизированный, автоматический;
- ▶ диагностические, аварийные сообщения об отклонениях параметров от технологического регламента.

На рисунке представлен человеко-машинный интерфейс (ЧМИ) установки «ЭЛУ 20Р». Управление работой с элементами окна осуществляется с помощью сенсорного экрана. Программное обеспечение формирует удобный много-оконный интерфейс «оператор-система», в котором реализован простой доступ к информации и средствам управления «нажал и смотри» (Click & Play). Основным является окно оперативного управления, позволяющее индицировать состояние механизмов установки, индицировать состояние вакуума от датчиков давления.

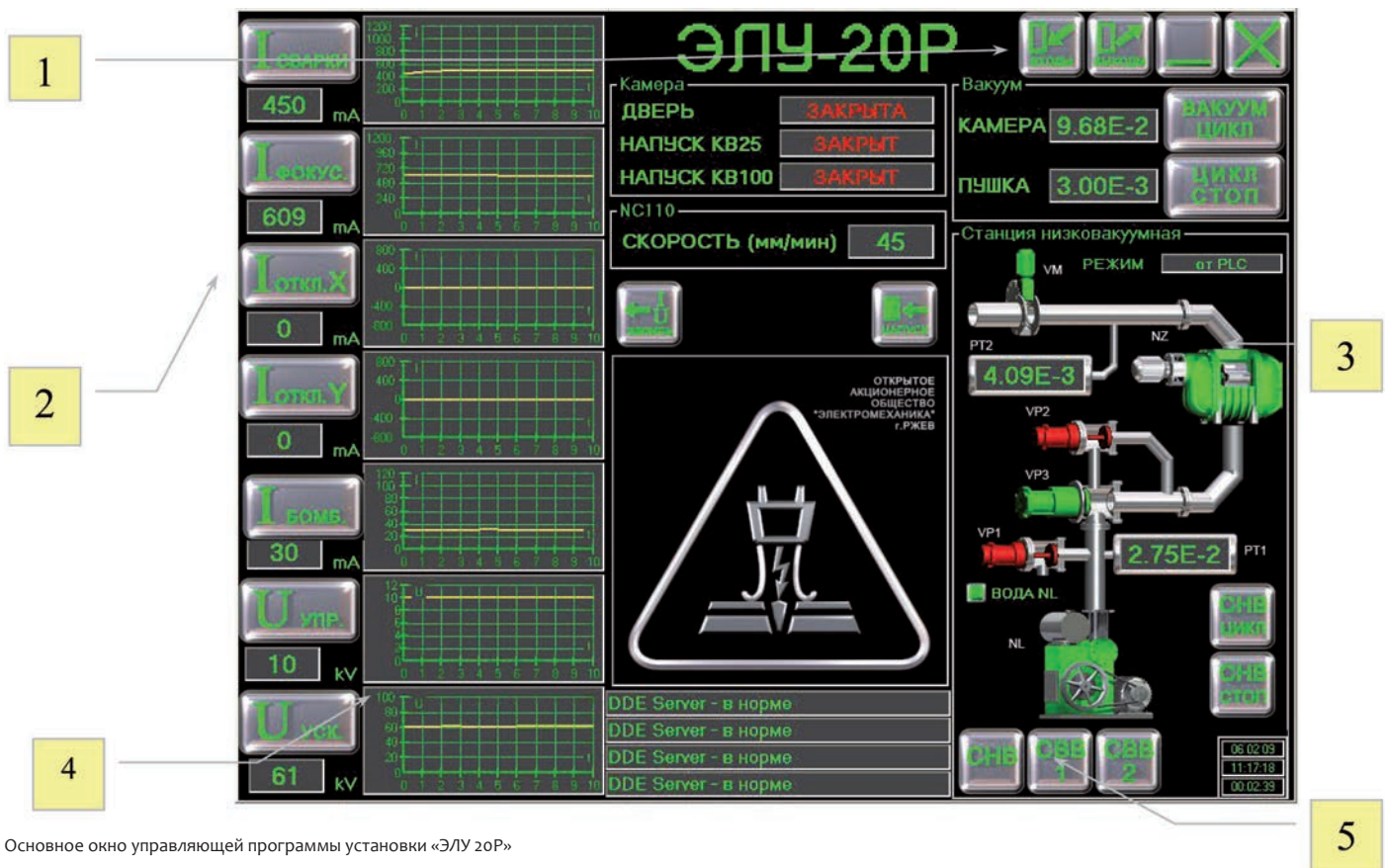
Вызвав необходимые окна и разместив их в требуемом порядке, оператор может самостоятельно редактировать экран для выполнения технологического процесса в наиболее удобном для себя виде. Основное окно программы можно поделить на 5 функционально-информационных зон:

- ▶ строка переключения окон (1);
- ▶ сектор отображения параметров энергетического комплекса (2);
- ▶ сектор отображения состояния вакуумной системы (3);
- ▶ сектор графического отображения параметров энергетического комплекса (4);
- ▶ строка переключения окон постов вакуумной системы установки (5).

Современная СУ должна обеспечивать высокий уровень информационной поддержки оператора и технолога (диагностика работы насосов по температу-

Пример управляющей программы:

G1	G1 – линейная интерполяция
G90P0Q0.7V0W0F500	G90 – программирование в абсолютных координатах P – ток сварки – 0 мА, Q – ток фокусировки – 700 мА, V – ток отклонения по оси X – 0 мА, W – ток отклонения по оси Y – 0 мА, F – подача для механических осей или скорость изменения токов сварки, фокусировки и отклонения луча (для технологических осей)
SA144=1	включение источника питания энергокомплекса
S100	амплитуда развёртки 100 мА
G91	G91 – программирование в приращениях
B5.572Z150P0.032F750	перемещение по механическим осям B и Z, ось P (ток сварки) – 0,032 A = 32 мА, контурная скорость (подача) F = 750 мм/мин
X15Y20Z30B50V0.025W0.055	перемещение по механическим осям X, Y, Z, B, V – ток отклонения по оси X – 25 мА, W – ток отклонения по оси Y – 55 мА,
G28B5Z7.9575P0.35	G28 – непрерывная отработка без уменьшения скорости на углах, перемещение по осям B и Z, P (ток сварки) 35 мА,
G2B15.7083Z100.0424F1000	G2 – круговая интерполяция в плоскости осей B и Z, Контурная скорость F = 1000 мм/мин



Основное окно управляющей программы установки «ЭЛУ 20Р»

Пример файла событий

Время	Начальное состояние		
Центральный контроллер			
<11:14:39>	КАМЕРА	Дверь	Закрыта
<11:14:39>	КАМЕРА	КВ100	Закрыт
Станция низковакуумная			
<11:14:39>	СНВ	Режим	от PLC
<11:14:39>	СНВ	NL	Выключён
<11:14:39>	СНВ	NZ1	Выключён
Станция высоковакуумная №1			
<11:14:39>	СВВ №1	Режим	от PLC
<11:14:39>	СВВ №1	NL	Выключён
<11:14:40>	СВВ1	ND	Выключен
Станция высоковакуумная №2			
<11:14:40>	СВВ №2	Режим	от PLC
<11:14:40>	СВВ №2	NL	Выключён
<11:14:40>	СВВ2	ND	Выключен

Пример файла ошибки

<11:16:24>	Станция низковакуумная	Код ошибки 16	Нельзя открывать VP3. Уровень вакуума не достигнут
<11:16:39>	Станция низковакуумная	Код ошибки 20	Нельзя включать NZ. Клапан VP3 должен быть открыт
<11:19:32>	Станция высоковакуумная №1	Код ошибки 76	Нельзя открывать VP3. Затвор VM открыт

ре, контроль воды, аварийную звуковую и световую сигнализацию, набор блокировок при некорректных действиях оператора, цифровую и графическую визуализацию параметров технологического процесса, перевод установки в безопасное состояние при возникновении внештатных ситуаций).

Решение диагностической задачи управления подразумевает идентификацию состояния технологической системы, формирование файлов состояния элементов Т-системы, файлов событий и аварийных ситуаций.

Файл событий имеет большое значение для технического диагностирования основных элементов технологической системы сварки, анализа внештатных ситуаций, рекомендаций оператору-сварщику. Данные хранятся в формате EXCEL.

В файл событий записываются события в процессе работы установки.

В файл событий входят:

- ▶ дата запуска программы;
- ▶ время события (общее время и время от включения установки);
- ▶ описание события.

В файл ошибок записываются все ошибки, происходящие в процессе работы установки.

СУ должна в режиме реального времени производить документирование основных технологических параметров процесса электронно-лучевой сварки (архивная задача).

Периодичность опроса и записи в память определяет оператор. Данные хранятся в формате EXCEL.

В архивный файл обычно входят:

- ▶ время (общее время и время от включения системы управления);
- ▶ ток сварки, I сварки (mA);
- ▶ ток фокусировки, I фокус.(mA);
- ▶ ток отклонения по оси X, I откл. X(mA);
- ▶ ток отклонения по оси Y, I откл. Y(mA);
- ▶ ток бомбардировки, I бомб. (mA);
- ▶ напряжение управления, U упр. (кВ);
- ▶ напряжение ускорения, U уск. (кВ);
- ▶ остаточное давление в рабочей камере, P кам. (мм/рт.ст)
- ▶ остаточное давление в катодной части пушки, P пуш. (мм/рт.ст)
- ▶ контурная скорость сварки F, км/ч.

Дальнейшее развитие СУ во многом определяется, с одной стороны, наличием математических моделей (ММ) процесса электронно-лучевой сварки и алгоритмов проектирования технологии, оптимизации процесса сварки, адаптивного управления, с другой стороны, аппаратными и программными возможностями самой СУ. Применение компьютера в составе архитектуры УЧПУ, использование развитых программных средств позволяют причислить подобные системы к очередному поколению СУ технологического оборудования.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ СВАРКИ

С развитием математических, лингвистических и логических средств микропроцессорных устройств управления (экспертные системы, информационные банки, базы данных и знаний) и локальных вычислительных сетей появилась возможность создания целостных Т-систем. Произошел переход от использования электронно-вычислительных машин для

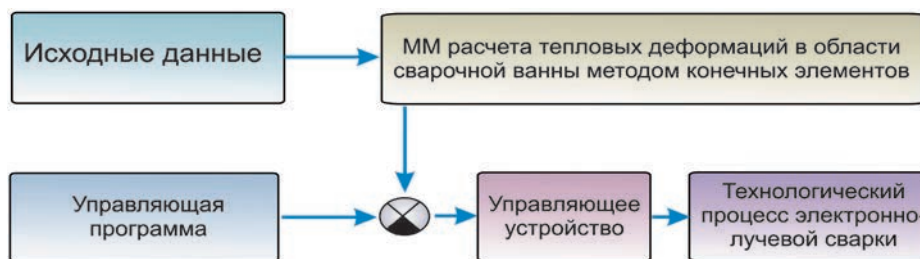


Схема управления технологическим процессом электронно-лучевой сварки на базе математической модели расчёта тепловых деформаций в области сварочной ванны методом конечных элементов

автоматизации сравнительно несложных операций к созданию качественно новых систем – целостных Т-систем, базирующихся на ММ технологического процесса, легком и удобном интерфейсе конечного пользователя к вычислительным и информационным ресурсам компьютера.

Эффективность автоматизированных и автоматических СУ процессом электронно-лучевой сварки в основном определяют информационные системы, созданные на основе системного анализа.

ваемых материалов различной толщины является актуальной задачей, имеющей большое практическое значение. ММ позволяет расчетным путем оптимизировать большое число параметров сварки.

Математическое моделирование создает предпосылки совершенствования технологических процессов (ТП) на базе фундаментальных наук с использованием компьютеров. Использование достижений науки о теплофизике, физике твердого тела, применение новейших средств

Математическое моделирование создает предпосылки совершенствования технологических процессов (ТП) на базе фундаментальных наук с использованием компьютеров

Можно выделить два направления проектирования математических моделей технологической операции электронно-лучевой сварки:

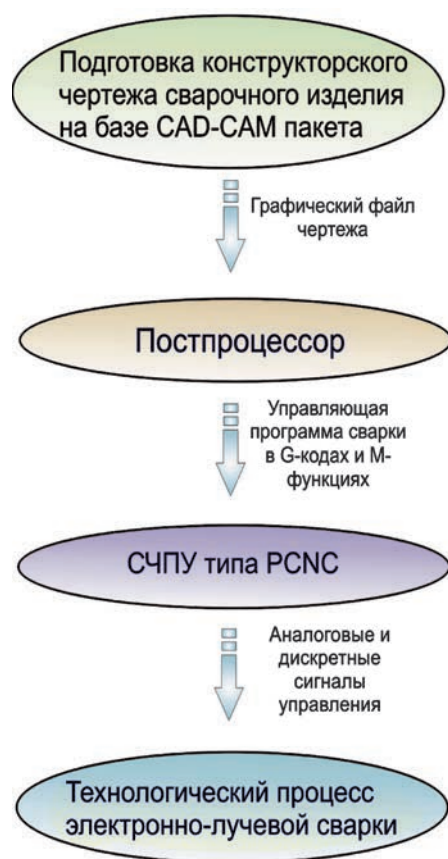
- ▶ на основе баз данных и знаний, включающих в себя результаты многочисленных исследований и технологий электронно-лучевой сварки, эмпирические зависимости между параметрами Т-системы;
- ▶ на базе наукоемких ММ и математических методах моделирования аппарата исследования операций.

Первое направление позволяет проектировать ТП только для известных сочетаний свариваемых материалов, что значительно ограничивает пределы применения подобных систем. Второе направление базируется на математическом описании процесса электронно-лучевой сварки и в значительной степени характеризуется качеством ММ, их целевым назначением.

Поэтому разработка наукоемких моделей для известных и новых пар свариваемых

вычислительной техники, автоматики и технической кибернетики позволяют осуществить качественный переход к созданию новых перспективных технологий, значительно повысить технический уровень сваренных изделий. Такое повышение достигается благодаря разработке наукоемких ММ технологических процессов, позволяющих наиболее полно раскрыть и описать такие сложные явления, как тепловые деформации в области сварочной ванны.

Вычислительный потенциал СЧПУ типа РСNC, реализованной на базе компьютера промышленного исполнения, обеспечивает возможность интеграции функций проектирования технологии в машинном масштабе времени и управление процессом обработки детали в реальном масштабе времени. Объединение функций проектирования технологии и управления осуществляется на основе принципа структурно-функциональной интеграции, который заключается в образовании единой иерархической



Последовательность формирования управляющих сигналов процесса электронно-лучевой сварки

структуры управления технологическим оборудованием. Принцип интеграции согласуется с другими основными принципами эффективной организации сложных целенаправленных систем: обратной связи, иерархичности, распараллеливания, координации.

К основным свойствам и особенностям СЧПУ типа PCNC можно отнести:

- ▶ наличие многооконного эргономического интерфейса пользователя с цветной объемной графикой;
- ▶ поддержание развитого CAD-CAM интерфейса (CAD – система автоматизированного проектирования, CAM – система технологической подготовки и управления);
- ▶ размещение в системе резидентных средств автоматизированной или автоматической разработки УП;
- ▶ согласование работы системы с другими управляющими устройствами через канал последовательной передачи данных по стандартному протоколу;
- ▶ проектирование технологии на ос-

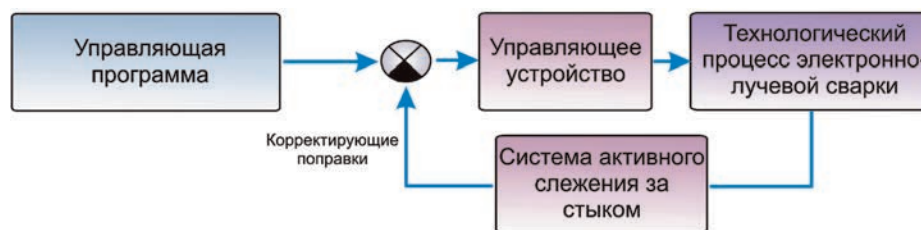


Схема управления технологическим процессом электронно-лучевой сварки в режиме активного слежения за стыком

нове наукоемких ММ, использование большого набора стандартных программных средств (экспертные системы, системы управления базами данных и знаний);

- ▶ хранение на диске архива файлов УП, корректоров и параметров;
- ▶ организация модулей технического диагностирования и прогнозирования состояния элементов Т-системы.

Одной из задач при проектировании программно-математического обеспечения (ПМО) системы управления является реализация функций CAD–CAM для автоматизированной подготовки управляющей программы сварки.

Функции конструкторской подготовки чертежа свариваемых изделий, их оцифровки можно выполнить с помощью программного CAD-CAM пакета. Подготовленный таким образом чертеж изделия для сварки в виде графического файла поступает на вход резидентного в СЧПУ постпроцессора, который обеспечивает конвертирование траектории, спроектированной в CAD-CAM системе, в машинное представление в виде стандартных G-кодов и M-функций для СЧПУ.

Подготовка управляющей программы (УП) сварки представляет собой довольно трудоёмкую операцию. Обычно оператор вручную выполняет геометрические и технологические расчёты с учётом технологической оснастки для составления программы.

Другой подход к разработке УП сварки предусматривает наличие в составе электронно-лучевой установки устройства распознавания стыка, которое позволяет реализовать режимы автоматизированного и автоматического обучения для подготовки управляющей программы сварки.

В режиме автоматизированного обучения оператор-сварщик вручную совмещает луч со стыком в ряде точек по

траектории стыка, которые фиксируются в кадре управляющей программы. В результате в памяти СЧПУ формируется таблица механических перемещений манипуляторов пушки и изделия, которая дополняется необходимыми функциями: подачей, синхронизацией между осями и внешними управляющими устройствами, током отклонения луча и т.д.

В режиме автоматического обучения система управления с заданной периодичностью автоматически обеспечивает определение и запись в энергонезависимую память траектории стыка.

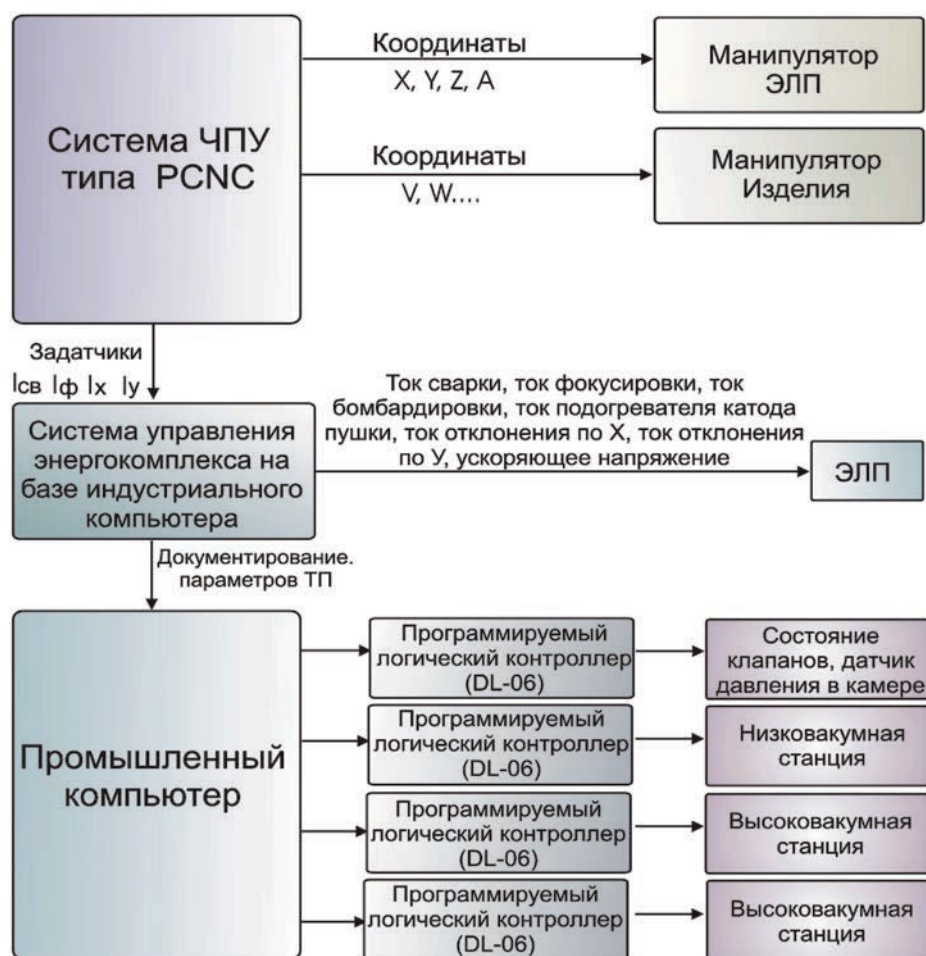
Таким образом, разработка УП выполняется непосредственно на установке с учётом точности базирования изделия в технологической оснастке. Процесс подготовки УП в этом случае более удобен, занимает значительно меньше время.

Однако во время процесса сварки возможны значительные тепловые деформации, для компенсации которых применяются системы активного слежения за стыком непосредственно в процессе сварки.

Например, система РАСТР обеспечивает режим активного наблюдения за сварочной ванной. Устройство вырабатывает нормализованный сигнал отклонения луча от стыка. СЧПУ имеет возможность компенсировать отклонение двумя способами: переключить сигнал на выбранный электрический привод, отключив контроль над указанной осью от СЧПУ, или изменить ток отклонения луча в необходимом направлении.

СТРУКТУРЫ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫХ УСТАНОВОК

Эффективность управления во многом зависит от организации структуры СУ и информационного обеспечения. С позиций управления можно выделить следующие



Структурная схема современной системы управления установки для электронно-лучевой сварки

основные классы структур современных систем управления процессом электронно-лучевой сварки: децентрализованную, централизованную, централизованную рассредоточенную и иерархическую.

Автоматизация технологического процесса электронно-лучевой сварки, охватывающей большой комплекс физических и химических процессов, на базе компьютерной технологии открывает новые возможности управления. С развитием микропроцессорных устройств и локальных вычислительных сетей появилась возможность создания целостных технологических систем обработки данных процесса, базирующихся на принципах комплексной автоматизации основных и вспомогательных технологических операций, лёгком и удобном интерфейсе оператора-сварщика к информационным и вычислительным ресурсам.

Мультипроцессорная централизованная пространственно распределённая СУ с обменом информацией по локальной

вычислительной сети, представленная на рисунке, включает в себя:

- ▶ устройства локальной автоматики: регуляторы параметров энергетического комплекса, интерполаторы, сервоприводы двигателей, усилители постоянного и переменного тока, средства программируемых микропроцессорных управляющих устройств: промышленные компьютеры, программируемые логические контроллеры;
- ▶ устройства связи с объектом: модули цифроаналогового и аналого-цифрового преобразования, адаптеры различных устройств, модемы, модули преобразования интерфейсов RS232/RS485;
- ▶ устройства связи с оператором-сварщиком: видео-контрольное устройство, панели управления вакуумных станций, панель ручного управления параметрами энергетического комплекса, индикаторы, сигнализаторы

аварийных и внештатных ситуаций;

- ▶ датчики сигналов физических величин: тока сварки (I_c), тока фокусировки (I_f), токов отклонения луча по оси X (I_x) и оси Y (I_y); текущего положения по интерполяционным координатам механических перемещений (X, Y, Z, A, B, C, U, W); давления в насосах, катодном узле пушки и в рабочей камере; температуры охлаждающей воды; положения тележек, двери камеры и прочее.

В зависимости от степени автоматизации различают ручное, автоматизированное и автоматическое управление.

Автоматизированная система управления – это человеко-машинная система, обеспечивающая автоматизированный сбор, обработку информации о технологическом процессе, выдачу управляющих воздействий в контуры регулирования.

Автоматическая система управления представляет собой совокупность управляющих устройств и объектов управления, взаимодействующих без участия человека.

Применение систем автоматизированного и автоматического управления позволяет добиться существенного повышения качества сварных соединений, расширить технологические возможности установок, обеспечить высокую воспроизводимость процесса, повысить производительность труда и надежность функционирования установок.

При возникновении несоответствия между имеющимся объемом априорной информации и свойствах T-системы, неразрешаемого другими методами управления, применяется адаптивное управление. В этом случае, неопределенность может быть уменьшена или устранена в результате активного воздействия текущей информации. Адаптивные системы управления делятся на следующие классы: самонастраивающиеся, самоалгоритмизирующиеся и самоорганизующиеся системы управления, в которых модели управления процессом электронно-лучевой сварки заданы соответственно с параметрической неопределенностью, с неизвестными отношениями между входными и выходными переменными и с неопределенной топологией.

СОКОЛОВ Ю.А., к.т.н., заместитель технического директора
ОАО «Электромеханика»

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОПЕРАЦИИ ЭЛЕКТРОННО- ЛУЧЕВОЙ ОБРАБОТКИ

Разработка новых подходов к управлению технологическим процессом электронно-лучевой обработки (сварка, пайка, термическое упрочнение, локальный отжиг, наплавка, напыление, модифицирование поверхностей и узлов, послойный синтез изделий) является актуальной задачей. Она обусловлена как необходимостью совершенствования технологии и повышения управляемости этим процессом, так и развитием современных компьютерных систем управления, построенных, как правило, на базе сетевых программируемых логических контроллеров и промышленных компьютеров.

Электронно-лучевая обработка (ЭЛО) основана на явлении превращения кинетической энергии электронов в тепловую при их торможении в поверхностных слоях обрабатываемого изделия, она расходуется на нагрев, плавление и испарение металла. В отличие от дуговых и плазменных источников энергии, производящих нагрев поверхности, электронный нагрев осуществляется в самом веществе, на некоторой глубине от поверхности. Величина проникновения электрона вглубь металла зависит от

рода металла и энергии электронов. Этим объясняется, например, возможность сварки алюминия. При ЭЛО тепло выделяется под поверхностным слоем окислов, вследствие чего внутренние участки металла быстро расплавляются и нагреваются до испарения. Процесс действует подобно взрыву: окисные пленки разрушаются и не препятствуют сплавлению кромок.

Традиционный подход к управлению технологическим процессом включает в себя следующие этапы: расчёт режимов обработки на базе функциональных моделей, формирование управляющей программы, синтез регуляторов по управляемым параметрам. Известны подходы, базирующиеся на построении теоретической математической модели (ММ) технологического процесса, определении целевой функции и решению задачи оптимизации. Целью оптимального управления является нахождение наилучшего из множества возможных вариантов. Недостатком такого подхода является, однако, пренебрежение стохастической природой реального технологического процесса. Поэтому при решении практических задач управления ЭЛО предла-

гается использовать системный подход, включающий расчёт оптимальных значений параметров управления на базе ММ и корректирование значений параметров режима обработки по результатам обработки информации от датчиков в реальном масштабе времени. При таком подходе можно выделить две составляющие управления: управляющую технологическую программу, разработанную на базе ММ, и комплекс программно-аппаратных средств адаптивного управления, позволяющих адаптировать технологический процесс ЭЛО к реальным условиям, адекватно реагировать на возмущающие воздействия.

Высокоэффективная технология ЭЛО может быть разработана с помощью построения модели прогнозирования технологической операции (ТО). В состав модели прогнозирования, построенной по модульному принципу, входят следующие модули: M_1 – структура технологической операции, M_2 – конструктивно-технологические характеристики, M_3 – режим обработки.

С учетом введенных обозначений имеем:

$$M = \langle M_1, M_2, M_3, \varphi_m \rangle \quad (1)$$

где

- φ_m – связи между модулями модели прогнозирования ТО.

Прогнозирование структуры ТО определяется двумя правилами: первое связано с построением структуры операции, второе – с установлением соответствия проектного решения с заданными параметрами точности и качества обработки.

При таком подходе структура ТО описывается следующим отображением:

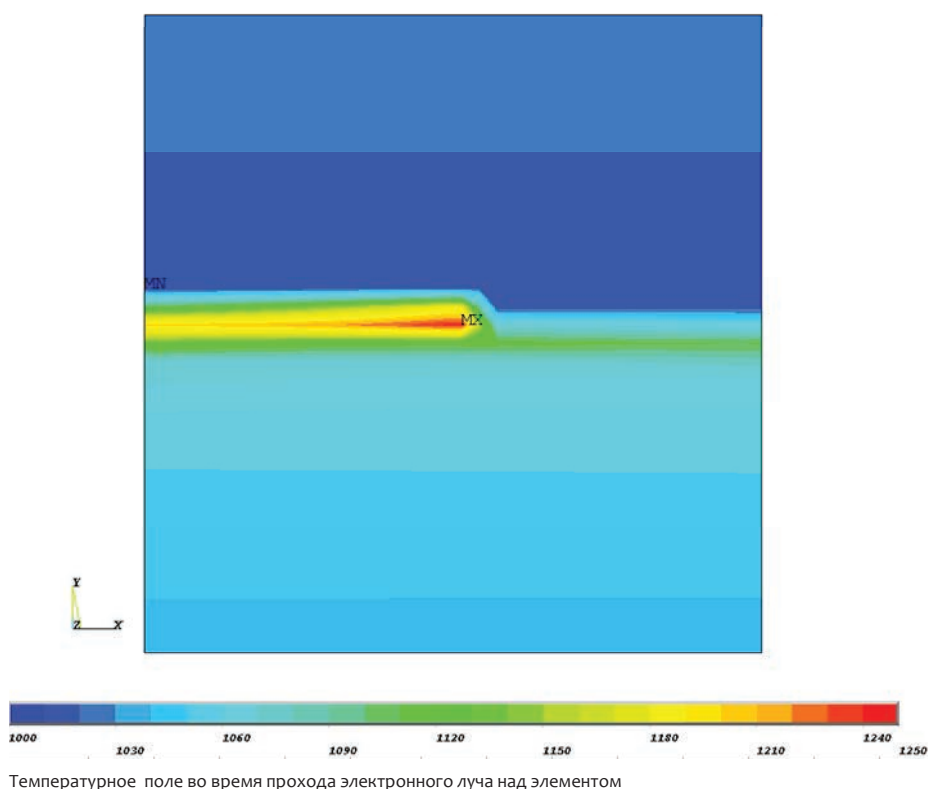
$$\varphi_{оп} : (X \cdot Y) @ Zi \quad (2)$$

где

- X, Y – признаки построения проектного решения ТО;

- Zi – проектное решение структуры операции.

О надежности ТО целесообразно говорить как о надежности, зависящей от технологических управляемых и неуправляемых факторов обработки: стабильности параметров элементов Т-системы, физико-механических свойств материала и т.п. Физические основы технологической надежности заключаются в нестационарном и случайном характере явлений, про-



текающих при ЭЛО. Для рассмотрения параметров надежности ТО введем следующие обозначения:

- X_1 – изменение состояния изделия;
- X_2 – изменение параметров Т-системы;
- U_T – качество Т-системы;
- t – фактор времени.

Тогда математическая модель проектирования надежной ТО может быть представлена отображением следующего вида:

$$\varphi_{\text{н.о.}} : X_1(t) X_2(t) \rightarrow U_T \quad (3)$$

Фактически в формуле (3) зашифрован следующий смысл: реализация методов компенсации погрешностей, вызванных действием вектора возмущающих факторов.

Общая методика прогнозирования ТО состоит из следующих этапов: математическое описание ТО; разработка диагностической модели прогнозирования параметров надежности ТО; выработка технологических рекомендаций по построению операции и режимам обработки.

Таким образом, проектирование технологической операции ЭЛО можно рассматривать на двух уровнях: формирования структуры операции и оптимизации значений параметров процесса ЭЛО. Под структурной оптимизацией понима-

ется определение оптимальной структуры операции (выбор кинематической схемы обработки, способа сканирования луча, облегчение условий образования ванны и заварки кратера и др.). Например, изменяя ток в катушках отклоняющей магнитной системы электронной пушки, можно устанавливать луч в любой заданной точке, колебать луч вдоль и поперек стыка, перемещать луч по сложным кривым: кругу, эллипсу, квадрату и т.д.

Параметрическая оптимизация заключается в расчете оптимальных технологических параметров – режимов термической обработки, сварки, плавления и др. Поддержание оптимальных параметров режима обработки и технологических приемов обеспечивает снижение возможности образования дефектов сварных швов, таких как подрезы, трещины кратера, неполное проплавление, поры, несплошности.

Принцип оптимальности при проектировании операции ЭЛО можно сформулировать следующим образом: определить такие значения вектора искомых параметров X (структура операции, режимы обработки), которые обеспечили бы наибольшую эффективность процесса при выполнении ограни-

чений по точности и качеству изделия.

Операция ЭЛО также характеризуется совокупностью рассчитываемых параметров, которые являются функциями искомых параметров, и составляют вектор Y . К составляющим вектора рассчитываемых параметров Y следует отнести скорости нагрева и охлаждения расплавленного металла шва, глубину проплава, ширину шва, температурное поле.

Оптимальные значения искомых параметров (X) рассчитываются с учётом вектора критериев оптимизации (K), компоненты которого являются функциями исходных, рассчитываемых и искомых параметров.

При оптимизации процесса ЭЛО варьируемые параметры вектора X можно разделить на две группы:

- ▶ структурные;
- ▶ технологические (режим обработки: ток луча I_n , диаметр пятна на изделии d_o , скорость перемещения луча V_o и др.).

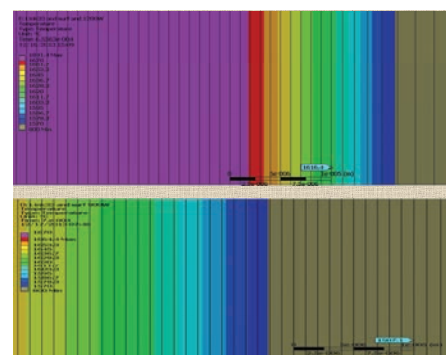
В качестве критериев векторной оптимизации процесса ЭЛО можно выбрать следующие экономические и технологические показатели:

- K_1 – приведённые затраты;
- K_2 – производительность;
- K_3 – ширина шва;
- K_4 – качество изделия.

Качество сварного соединения можно определить по количеству пор, структуре изделия, механическим и теплофизическим свойствам.

К числу важнейших вопросов, которые необходимо решить при проектировании технологической операции ЭЛО, относится расчёт режимов обработки на базе ММ.

Предлагаемая ММ процесса ЭЛО



Глубина фазового перехода после воздействия электронного луча



Рис. 1. Моделирование процесса ЭЛО

включает модель взаимодействия электронного луча с изделием и модель процессов тепло- и массопереноса при формировании сварного соединения (рис. 1).

Первая модель рассчитывает мощность луча, скорость перемещения луча и изделия, удельную энергию, магнитное и электрическое поле луча.

Вторая модель включает совместное рассмотрение модели электронного пучка и процессов тепло- и массопереноса:

- ▶ нагрев и плавление электрически проводящей поверхности в магнитном поле;
- ▶ движение вязкого сжимаемого жидкого металла со свободной верхней границей с учётом гравитационных, капиллярных и термокапиллярных сил.

Для анализа глубины проплавления и динамики перемещения твёрдо-жидкой границы вследствие периодического воздействия электронного луча на поверхность необходимо решить задачу Стефана.

Параметрами, характеризующими тот или иной процесс электронно-лучевой технологии, в первую очередь, являются: мощность электронного пучка Q_0 ; удельная поверхностная мощность в месте встречи пучка с объектом q_0 ; ускоряющее напряжение U_y ; диаметр пучка в месте его встречи с объектом d_0 , связывающий значения Q_0 и q_0 .

Мощность пучка определяется как произведение ускоряющего напряжения U_y на ток пучка I_a :

$$Q_0 = U_y I_a \quad (4)$$

Тепловое воздействие луча на металл определяется параметрами поглощённого излучения, т.е. плотностью мощности теплового источника q . Расчёт удельной мощности электронного луча необходим для решения уравнения теп-

лопроводности.

Удельная поверхностная мощность пучка в месте его встречи с поверхностью объекта:

$$q_0 = \frac{A(T)U_y I_a}{F_0} = \frac{4A(T)U_y I_a}{\pi d_0^2} = U_y j_m \quad (5)$$

где $A(T)$ – доля поглощенной мощности от поступающей на поверхность мишени мощности пучка или эффективный КПД нагрева;

j_m – плотность тока пучка в месте его встречи с поверхностью объекта.

Распределение плотности тока по радиусу электронного луча является гауссовым [1, 2]:

$$j = j_m \exp(-r^2/r_n^2) \quad (6)$$

где

j_m – максимальное значение плотности тока;

r – расстояние от центра луча до исследуемой точки;

$r_n = d/2$ – радиус луча.

Важным параметром является удельная объемная мощность, поглощаемая веществом объекта, усредненная по глубине проникновения электронов (ось Z):

$$q_A = \frac{A(T) U_y j}{\delta} \quad (7)$$

где δ – глубина проникновения электронов;

$q_A(z)$ – удельная объемная мощность, поглощаемая материалом мише-

ни, в зависимости от расстояния z от ее поверхности.

Передача энергии по мере проникновения электрона вглубь вещества происходит неравномерно. Поэтому мощность, поглощаемая в единицу объема вещества, является функцией расстояния от поверхности. Эта функция в широких пределах не зависит от энергии электронов в пучке [3]:

$$\frac{q_A(z)}{q_{Amax}} = 1 - \frac{9}{4} \left(\frac{z}{\delta} - \frac{1}{3} \right)^2 \quad (8)$$

где

$q_{Amax} = \frac{4}{3} A(T) U_y j_m$ – максимальное значение q_A на расстоянии $z = \delta/3$ от поверхности мишени;

Источник тепла при электронно-лучевой обработке следует рассматривать как объёмный, который описывается гауссовым распределением плотности тока по поверхности подложки в плоскости X-Y и зависимостью (8) по глубине проникновения электронов.

Процессы тепло- и массопереноса при моделировании операции ЭЛО описываются системой из трёх уравнений:

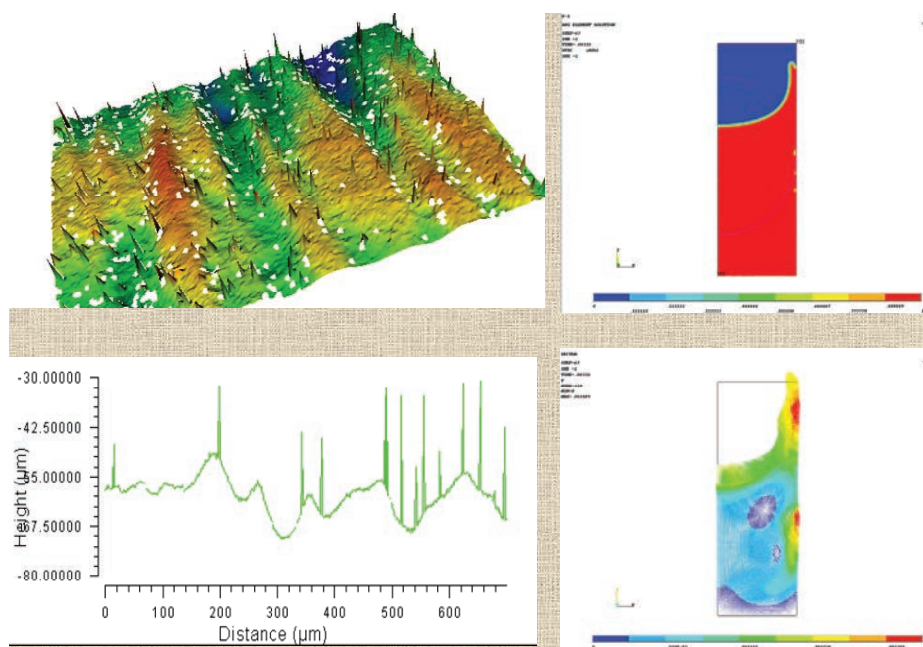
1. Дифференциальное уравнение энергии.
2. Уравнение движения (уравнение Навье-Стокса).
3. Уравнение неразрывности (сохранение вещества при его движении).

К исходным данным математической модели (ММ) следует отнести начальные условия, свойства материалов, ток луча I_a , скорость перемещения луча V_0 , ток фокусировки I_f , токи отклонения луча I_x и I_y , долю поглощённой мощности или КПД нагрева; k – рассчитываемым параметрам – скорость нагрева и охлаждения расплавленного металла, глубину проплава, ширину шва, температурное поле (рис. 2).

Процесс распространения тепла от действия сканирующего по поверхности



Рис. 2. Исходные и искомые параметры ММ процесса ЭЛО



Исследование поверхности после электронно-лучевой обработки

луча от нормально кругового источника с мощностью q , перемещающегося по поверхности со скоростью V_0 , описывается следующим дифференциальным уравнением теплопроводности [4]:

$$c(T) \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[\lambda(T) \frac{\partial T}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\lambda(T) \frac{\partial T}{\partial y} \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[\lambda(T) \frac{\partial T}{\partial z} \right] - c(T) V_x \frac{\partial T}{\partial x} - c(T) V_y \frac{\partial T}{\partial y} - c(T) V_z \frac{\partial T}{\partial z} + q(V_x, t, V_y, t, V_z, t) \quad (9)$$

где

- T – температура;

- t – время;

- q – удельная мощность движущегося источника тепла;

- V_x, V_y, V_z – проекции вектора скорости быстродвижущегося источника тепла по осям X, Y и Z ;

- $c(T)$ и $\lambda(T)$ – теплоемкость и коэффициент теплопроводности материала.

Для решения уравнения (9) методом конечных элементов используется следующее граничное условие: заданный поток тепла q имеет вид [5]:

$$\lambda \frac{\partial T}{\partial n} = A q (V_x t, V_y t, V_z t) \quad (10)$$

где

- n – нормаль к поверхности.

Температурное поле при нагреве и теплота фазового перехода, выделяющаяся на границе плавления (кристаллизации) описываются двухфазной задачей Стефана [4]:

$$\rho \frac{\partial T}{\partial t} = \text{div}(\lambda \text{grad} T) + q - \delta_s L V_n \quad (11)$$

где

- ρ – плотность материала;

- δ_s – поверхностная δ -функция;

- V_n – скорость движения границы фазового перехода по нормали;

- L – энтальпия фазового перехода.

Температурную зависимость поглощательной способности металлов можно аппроксимировать полиномом первой степени, коэффициент теплопроводности и объёмную теплоёмкость – полиномом третьей степени [5]:

$$A(T) = a + bT \quad (12)$$

$$\lambda(T) = \lambda_1 + \lambda_2 T + \lambda_3 T^2 + \lambda_4 T^3 \quad (13)$$

$$C(T) = C_1 + C_2 T + C_3 T^2 + C_4 T^3 \quad (14)$$

Векторная форма дифференциального уравнения движения жидкости в области расплавленного слоя имеет следующий вид [6]:

$$\frac{\partial v}{\partial t} + (v, \nabla)v = g - \frac{1}{\rho} \text{grad} p + \frac{\mu}{3\rho} \text{grad} \text{div} v + \frac{\mu}{\rho} \Delta v \quad (15)$$

- t – время;

- $g = (0, 0, g)$ – ускорение свободного падения;

падения;

- r – плотность;

- p – давление;

- μ – коэффициент динамической вязкости;

- $v = (v_x, v_y, v_z)$ – вектор эффективной скорости расплава, рассчитываемый через истинную скорость жидкой фазы.

Нагрев верхней поверхности металла происходит сверху электронным лучом. В центре пятна на поверхности температура максимальна, уменьшаясь к краю пятна, что создаёт определённый

температурный градиент на свободной поверхности. При плавлении металла возникает движение жидкости. Это приводит к сложным термокапиллярным течениям вследствие зависимости поверхностного натяжения от температуры. Зависимость поверхностного натяжения от температуры, или эффект Марангони, создает существенное возмущение, особенно в вакууме.

Поверхность жидкого металла стремится принять свою равновесную форму под влиянием силы тяжести и сил поверхностного натяжения. Дифференциальное уравнение движения жидкости с учётом волнового характера процессов на поверхности двух фаз (жидкости и вакуумного пространства), имеет следующий вид:

$$\frac{\partial v}{\partial t} + (v, \nabla)v = g - \frac{1}{\rho} \text{grad} p + \frac{\mu}{3\rho} \text{grad} \text{div} v + \frac{\mu}{\rho} \Delta v - \sigma R \delta(\varphi) \nabla \varphi \quad (16)$$

- R – искривление линии раздела двух фаз;

- φ – расстояние от текущей линии раздела двух фаз до нулевого интерфейса;

- $\delta(\varphi)$ – волновая функция от φ .

Коэффициент поверхностного натяжения жидкости σ , который равен работе, необходимой для увеличения поверхности жидкости на единицу площади при постоянной температуре, σ зависит от свойств жидкости и от свойств среды, с которой граничит жидкость.

Уравнение неразрывности имеет следующий вид:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div}(\rho v) = 0 \quad (17)$$

Таким образом, тепло- и массоперенос описывается уравнениями (9), (11), (16), (17) для трёх неизвестных: температуры T , вектора скорости движения жидкости v , давления p .

Автоматизация технологического процесса ЭЛО, охватывающей большой комплекс физических и химических процессов, на базе компьютерной технологии открывает новые возможности управления. С развитием микропроцессорных устройств и локальных вычислительных сетей появилась возможность создания целостных технологических систем обработки данных технологического процесса.

Современная система управления, выполненная на базе промышленного компьютера и программируемых контроллеров, позволяет реализовать:

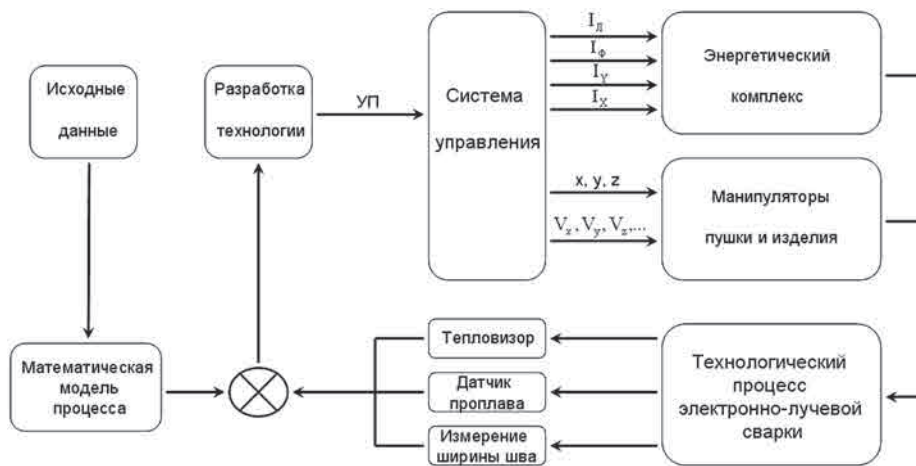


Рис. 3. Схема управления процессом ЭЛО на базе математической модели и метода адаптивного управления

- ▶ ММ процесса ЭЛО на базе стандартных САЕ-продуктов (универсальных конечно-элементных пакетов для решения теплофизических задач и гидродинамики);
- ▶ алгоритмы адаптивного управления по информации от датчиков обратной связи для корректировки управляющей программы в реальном масштабе времени.

Стохастический характер процесса ЭЛО учитывается организацией адаптивных обратных связей, что существенно повышает качество управления. Например, важнейшими параметрами процесса

электронно-лучевой сварки, во многом определяющими геометрию и структуру сварного соединения, являются глубина проплавления и ширина шва. Схема управления процессом электронно-лучевой сварки на базе математической модели и принципов адаптивного управления представлена на рис. 3

Современные средства контроля, включающие электронные и оптические средства измерения, позволяют контролировать технологические параметры процесса в реальном масштабе времени. Система определения проплава обеспечивает возможность автоматического контроля

сквозного проплавления свариваемого соединения, поддержание необходимого тока луча на заданном уровне. Система видеонаблюдения, включающая объектив и плату оцифровки около шовной зоны, позволяет определить ширину шва.

В составе системы управления можно использовать блок измерения температурного поля в зоне плавления (тепловизор). Оптическая камера, направленная на зону плавления, обрабатывает сигналы пропорциональные энергии излучения и передает по цифровому протоколу информацию в компьютер. На компьютере выполняется обработка полученных данных, визуализация теплового изображения поверхности объекта, с учетом расстояния и пропускной способности стекла иллюминатора.

Использование тепловизора значительно расширяет возможности ЭЛО, компенсируя недостаток априорной технологии с заранее заданными значениями параметров процесса.

Модуль диагностики и прогнозирования процесса ЭЛО обеспечивает выполнение блокировок, переход установки в безопасное состояние при возникновении аварийных ситуаций: отказе системы охлаждения, отклонении луча от допустимых значений, неправильных действиях оператора.

ВЫВОДЫ

1. Компьютерная технология позволяет учитывать большое разнообразие конструктивно-технологических характеристик проектного решения ТО, является эффективным инструментом для решения задач повышения надежности ТО и разработки модулей диагностирования и прогнозирования.

2. Сложность физико-химических процессов, фазовые переходы при воздействии на металл электронным лучом предопределяют необходимость создания математической модели процесса ЭЛО как одной из основных составляющих при подготовке управляющей программы.

3. Математическая модель процесса ЭЛО, отличительной особенностью которой является совместное рассмотрение процессов тепло- и массопереноса,

позволяет рассчитать скорости нагрева и охлаждения, глубину проплавления, скорость движения перемещения твердо-жидкой границы вглубь изделия.

4. Модель, описывающая нагрев и плавление электронным лучом, является нелинейной вследствие зависимости теплофизических параметров от температуры. Поэтому для её решения в работе целесообразно использовать метод конечных элементов, который позволяет учитывать:

- ▶ геометрическую форму обрабатываемого изделия;
- ▶ зависимость теплофизических параметров от температуры;
- ▶ энтальпию фазового перехода при плавлении и кристаллизации металла.

5. Параметры управляющей программы (ток луча I_l , скорость сканирования $V_{ск}$,

ток фокусировки I_f) оказывают определяющее влияние на программное формирование структуры изделия, происходящие при этом структурные и фазовые превращения определяют свойства и структуру изделия.

6. Мультипроцессорная система управления, выполненная на базе промышленного компьютера и программируемого контроллера, позволяет реализовать управление процессом ЭЛО на базе математической модели и метода адаптивного управления.

7. Качество сварного соединения во многом зависит от температурного поля и скорости кристаллизации. Для обеспечения необходимой структуры и минимального уровня дефектности необходимо стабильное поддержание параметров процесса.

ОТ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО РАЗВИТИЯ – К ВЗАИМОВЫГОДНОМУ СОТРУДНИЧЕСТВУ

Ржевское ОАО «Электромеханика» и германское предприятие «Steigerwald Strahltechnik GmbH» обсудили возможное сотрудничество в области применения электронно-лучевых технологий

«Ваше предприятие нам известно с 2006 года, когда на одной из выставок стенд ОАО «Электромеханика» оказался напротив нашего стенда. С тех пор мы наблюдаем за вашей работой и достижениями, а сегодня рады побывать здесь лично».

Эти слова, сказанные представителями западных компаний «POLYSOUD» и «Steigerwald Strahltechnik GmbH» в ходе визита на ОАО «Электромеханика» 14 апреля, стали некоторой неожиданностью для принимающей стороны. Учитывая специфику отраслей, где соприкасаются интересы названных предприятий, каждое из которых обладает многолетним опытом разработок и производства в сфере высоких технологий, понятно, что все ярчайшие производители не могут не быть друг у друга на слуху. С другой стороны, ранее ОАО «Электромеханика» не



имела прямых контактов и партнерских отношений с «Steigerwald Strahltechnik GmbH». И вот теперь появилась возможность не только познакомиться поближе – недавняя встреча уже определила далеко идущие перспективы взаимовыгодного сотрудничества ржевского завода и предприятия, называющего себя одним из ведущих разработчиков и производителей электронно-лучевого оборудования для сварки, перфорирования и обработки поверхностей.

В последние годы зарубежные фирмы проявляют постоянный интерес к российским производителям, работающим на рынке высоких технологий. Процессы глобализации, взаимовыгодность сотрудничества с экономическими и интеллектуальными позициями – это данность, и потому с начала 2000-х зарубежные компании заявляют о своем желании сотрудничать с российскими динамично развивающимися производствами. Нынешний пример – не исключение, именно взаимная заинтересованность послужила поводом приезда представителей «Steigerwald Strahltechnik» в Ржев.

Директор московского Представительства французской компании «POLYSOUD» Дмитрий Гуров, который на встрече в конференц-зале ОАО «Электромеханика» выступал также и в качестве переводчика, упомянул о сотрудничестве представляемых делегацией компаний с такими российскими предприятиями авиакосмической отрасли, как НПЦ газотурбостроения «Салют», Научно-производственное объединение «САТУРН», вспомнил недавний запуск установки электронно-лучевой сварки в Обнинске... Он представил двух своих коллег, с которыми приехал в Ржев: Марко Виттига, специалиста по региональным продажам оборудования на территории Восточной Европы, и Франка Шюслера, исполнительного директора группы предприятий «Global Beam Technologies». В эту группу входят «Steigerwald Strahltechnik GmbH» (SST), специализирующийся на разработке и производстве камерных установок большого объема, и «PTR Präzisionstechnik GmbH», которая разрабатывает и производит более компактные установки. Поскольку первая более отвечает специфике ОАО «Электромеханика»,



она и звучала здесь более подробно.

Итак, Шюслер сделал небольшой экскурс в историю, к истокам предприятия, основанного доктором Штайгервальдом. Еще в 50-е годы этот ученый из ФРГ спроектировал и изготовил первую установку для электронно-лучевой сварки,

и «SST» до сих пор специализируется на разработке электронно-лучевых технологий для сварки, закалки, оплавления и перфорации изделий.

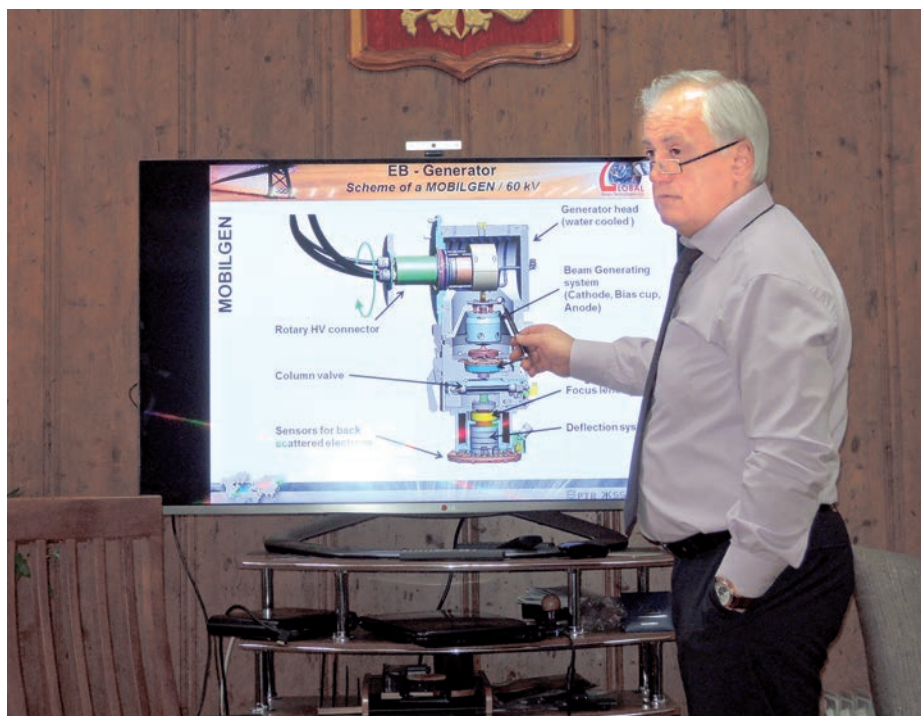
Сегодня группа предприятий «Global Welding Technologies AG» называет себя предприятием среднего бизнеса, но вмес-

те с тем с гордостью заявляет о том, что работает по всему миру, являясь одним из ведущих разработчиков и производителей электронно-лучевых установок для сварки, перфорирования и термообработки поверхностей. Она включает в себя специализирующееся на автоматизированной сварке предприятие «IGM» и специализирующееся на орбитальной и механизированной сварке «POLYSOUD», а также «OXY» и «Global Beam Technologies AG», куда входят уже упомянутые выше «SST», как представитель авиакосмической отрасли, и дочернее предприятие «PTR». «PTR Präzisionstechnik GmbH» базируется в Мюнхене, разрабатывает и производит установки в основном для автомобильной промышленности. Это модульные установки серии EBOMAT PK (тактовые установки), серии PS (тактовые установки со шлюзовой камерой) и PT (высокопроизводительные установки), а также поточные установки (для работы в линии или отдельно). Кроме того, «PTR Präzisionstechnik GmbH» производит и поставляет электронно-лучевые генераторы серии EBOGEN с низким напряжением до 70 кВ, в которых основополагающим является качество луча.

Собственно, предприятие «Steigewald Strahltechnik GmbH» имеет производство как во Франкфурте в Германии, так и в Америке, и с успехом работает в турбостроении (авиа-космическая промышленность, энергетическое машиностроение). Оно специализируется на разработке и производстве камерных установок, к которым относятся установки серии EBOCAM (с разного рода манипуляторами) и EBODISC (модульные системы для работы в камере), а также специализированные установки серии EBOCONT и EBOPULS (они также служат для решения задач в области сварки, перфорирования и термической обработки изделий).

Для всех упомянутых целей, как пояснил Франк Шюслер, фирмой разработан электронно-лучевой генератор серии EBOGEN с высоким напряжением до 175 кВ.

Вообще, в представленной гостями презентации на нескольких своих установках они остановились подробно, в некоторых случаях – по инициативе специалистов ОАО «Электромеханика», которых тут же заинтересовали некоторые де-



тали. Например, представитель фирмы рассказывал и показывал на слайдах конструкцию генератора мощностью 150 кВ, в верхней части которого располагается собственно блок генерации луча, который для замены катода можно отсечь от пушки, не нарушая вакуума (у верхней части собственная вакуумная система, она поддерживает вакуум до 10^{-6} степени, что, в свою очередь, продлевает срок службы катода). Представители завода задавали

вопросы: чем достигается охлаждение системы и конкретно – верхней части. Заместитель технического директора ОАО «Электромеханика» Юрий Соколов, который получасом ранее представил гостям обширную презентацию большого спектра разработанных и выпускаемых заводом установок для электронно-лучевой сварки «ЭЛУ», задал вопрос о характеристиках поддержания стабильности пульсации высокого напряжения токопучка

и возможном отключении системы, чем вызвал некоторое замешательство иностранных специалистов. На этот вопрос они пообещали ответить позже, получив дополнительную информацию.

– Продемонстрированный источник имеет инверторную силовую часть? – продолжал Юрий Алексеевич, и после утвердительного ответа углубился в суть вопроса: – Проводили ли вы исследования с инверторной и обычной силовой частью?

– Да, некоторое время назад мы проводили такое исследование, чтобы изучить пути наиболее целесообразного направления развития. А получив результат, обратились в фирму «F.u.G. Elektronik GmbH» (FUG), которая специально для «Steigerwald Strahltechnik» разработала инверторный источник питания.

Руководителей подразделений ОАО «Электромеханика» – а здесь помимо генерального директора присутствовали его зам по экономике Андрей Константинов, зам коммерческого директора Олег Анищенко, технический директор Валерий Дьяков, зам главного конструктора – ведущий специалист электротехнического направления – Сергей Генченков, ведущий специалист по электронно-лучевому оборудованию Евгений Страхов, зам главного конструктора Николай Шепырев и руководитель отдела спецразработок Сергей Смирнов, – их интересовали такие «узкие» вопросы, как время закрытия луча и надежность всех вариантов крепления электронно-лучевой пушки к корпусу установки.

Виктор Константинов отметил: то, что эти вопросы возникли, говорит, с одной стороны, о высоком качестве подготовки представленной презентации, с другой – о том, что показанная техника очень интересна российским коллегам. А сам, вновь вступив в разговор, тоже заострил внимание на технических деталях – попросил уточнить стойкость катодов по сроку службы и материал, используемый в них для достижения максимальной силы тока.

– Чистый вольфрам на катодах различных размеров, – пояснили специалисты из Германии. – Срок службы катода зависит от мощности применяемого луча, и в зависимости от этого может служить для его генерации от 8 до 300 часов.



History



1958: The first electron beam welding machine (55kV) manufactured by Karl-Heinz Steigerwald.

1952 Dr. h.c. Karl-Heinz STEIGERWALD builds the first EB processing machine for drilling of watch jewels. The birth of electron beam technology for materials processing applications.

1963 Dr. STEIGERWALD setting up his own company STEIGERWALD STRAHLTECHNIK GmbH. In only few years, the company established its reputation as the foremost specialist in developing and industrial application of EB technologies.

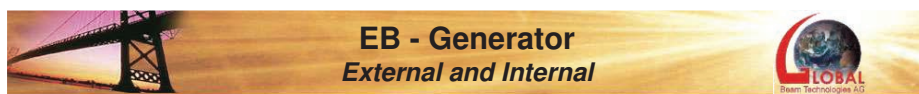


По многим позициям представленное в презентации оборудование сходно с тем, что доселе использовала «Электромеханика», поэтому логичным продолжением разговора может стать расширение предложений по взаимному сотрудничеству



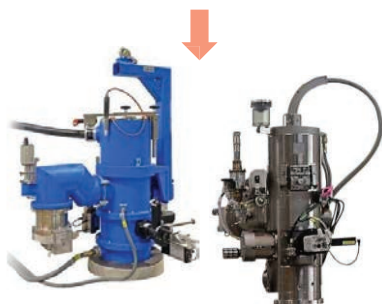
Group





EBOGEN EG

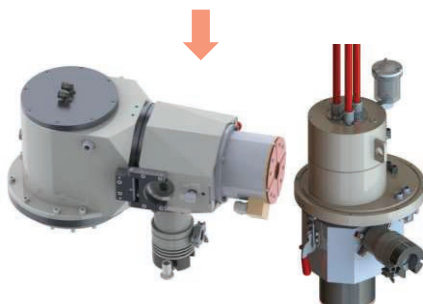
EB generator outside of working chamber



Accelerating voltage: up to 150 kV
Beam power: up to 60 kW

EBOGEN MG

EB generator inside of working chamber



Accelerating voltage: up to 60 kV
Beam power: up to 30 kW



Генерального директора заинтересовало также время срабатывания защиты инверторного блока от пробоев, а также применение накаливаемого трансформатора в электронной пушке. Он обратил внимание на удобный разъем для установки катода, обеспечивающий герметичность детали и компактность системы. Также он спросил, какой угол отклонения луча допускается при различных модификациях генератора по мощности.

И сделал акцент:

– Мы рассматриваем возможность применения продемонстрированных генераторов не только для сварки, но и для пайки деталей, а также для нанесения покрытий на поверхности.

Виктор Вениаминович отметил также гибкость систем управления для использования в различных процессах. И констатировал: по многим позициям представленное в презентации оборудо-

вание сходно с тем, что доселе использовала «Электромеханика», поэтому логичным продолжением разговора может стать расширение предложений по взаимному сотрудничеству. Тем более, что, исходя из вышесказанного, оба предприятия примерно в одно и то же время начали заниматься электронно-лучевыми установками (первую «Электромеханика» произвела в 1959-м году, и с тех пор произведенное ею оборудование этого направления функционирует на многих и многих предприятиях отрасли, а это более 470-ти единиц!).

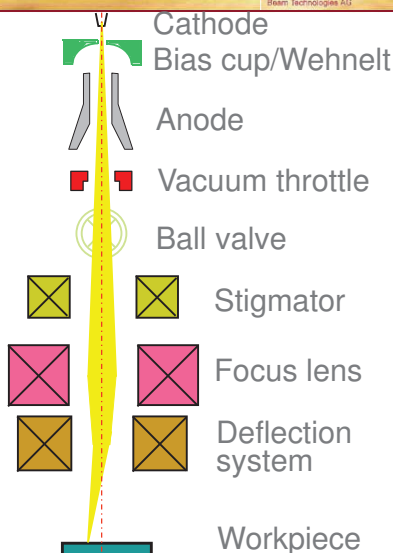
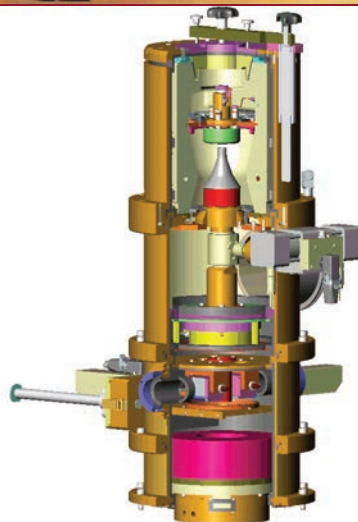
– ОАО «Электромеханика» производила и производит большое количество вакуумных камер и систем. Мы знаем требования, предъявляемые к этим системам, и знаем сильные стороны производимого «SSST» оборудования, – продолжил генеральный директор ржевского ОАО. – И нам, не скроем, интересно использовать их для модернизации своих установок в целях дальнейшего освоения рынка. Мы можем усовершенствовать установки не только для сварки, но и для нанесения покрытий, термообработки. Разработанные нами установки имеют массу возможностей для дальнейшей модернизации, и мы готовы обсуждать это в разрезе нашего сотрудничества.

О возможном сотрудничестве и шел разговор дальше, вплотную подступив к детализации планируемого уже соглашения о сотрудничестве, стороны обсуждали условия поставки катодов, которые в электронно-лучевых установках являются расходным материалом, комплектации турбопомпой, адаптацией комплекса под российские электросети, сервисном обслуживании и обратной связи с поставщиками и партнерами. Безусловно, не могли не затронуть и тему экспортно-импортных ограничений, актуальных в настоящее время. Стороны выразили надежду, что этот период не продлится долго, и взаимовыгодное сотрудничество двух высокотехнологичных предприятий, которые, несмотря на территориальную отдаленность, в своем развитии параллельно шли на протяжении полувека, не будет сопровождаться излишними оговорками и ограничениями.

В завершении встречи генеральный директор ОАО «Электромеханика» Вик-



EBOGEN





Branches



aircraft industry



electrical power industry



aerospace industry



automotive industry and suppliers



тор Константинов рассказал иностранным коллегам о ещё одном направлении, в котором ржевский завод является безусловным лидером – оборудовании для получения гранул тугоплавких материалов, жаропрочных и титановых сплавов и

разрабатывать новый проект, в котором вместо плазмотрона будет применяться электронно-лучевой генератор. Главное преимущество заключается в том, что можно будет получать гранулы до 1 микрона, имея при этом абсолютно управля-

не только на российском, но и в целом на мировом рынке, выразили готовность участвовать в совместном развитии проекта и пообещали подготовить свои предложения к следующей встрече, которая состоится в ближайшем будущем. И скорее всего она будет уже на территории «Steigerwald Strahltechnik» в Германии.

– ОАО «Электромеханика» производит и производит большое количество вакуумных камер и систем. Мы знаем требования, предъявляемые к этим системам, и знаем сильные стороны производимого «SST» оборудования, – продолжил генеральный директор ржевского ОАО. – И нам, не скроем, интересно использовать их для модернизации своих установок в целях дальнейшего освоения рынка

интерметаллидов. Оплавление заготовки в установках центробежного распыления происходит с помощью плазмотрона. В настоящее время предприятие начало

В качестве иллюстраций использованы элементы презентации компании SST

емый контроль над электронным пучком и обеспечивая минимальные отклонения в размерности получаемых зёрен.

Представители «Steigerwald Strahltechnik», понимая все возможные перспективы развития данного направления

*Steigerwald Strahltechnik GmbH
Wir dürfen heute eine sehr interessante Diskussion über gemeinsame Entwicklungen und Erfahrungen mit der Elektronenstrahl-Technologie erleben und sind gefaselt. Wir wünschen Ihnen weiterhin innovative Ideen und deren erfolgreiche Umsetzung.*

*T. Pfeifer 14.04.2015
M. V. M. 14.04.2015*

*Штайгервальд Стрэлтехник ГмбХ
Сегодня мы смогли познакомиться (и пообщаться) в очень интересной дискуссии о совместных разработках и обмене опытом в области электронно-лучевой технологии. Мы желаем Вашей деятельности в будущем успешных и плодотворных идей и их успешного воплощения.*

РАВИЛОВ Р.Г., к.т.н., главный металлург ЛМЗ
ОПОКИН В.Г., к.т.н., ведущий инженер ЛМЗ филиал ОАО «УМПО»
ДАУТОВ С.Х., главный сварщик ОАО «УМПО»
САМОЙЛЕНКО В.М., д.т.н., проф., заведующий кафедрой МГТУ ГА

ПРАКТИКА НАНЕСЕНИЯ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ

методом электронно-лучевого испарения и конденсации в вакууме в ОАО «УМПО»

Улучшение тактико-технических характеристик авиационных газотурбинных двигателей (ГТД) неразрывно связано с тенденцией повышения температуры газа в камере сгорания и перед турбиной. Теплозащитные покрытия (ТЗП), являются актуальным и эффективным решением, позволяющим расширить температурный диапазон применения освоенных конструкционных материалов, снизить температурное состояние деталей, что позволяет продлить их ресурс.

Сотрудниками Лыткаринского машиностроительного завода проведен комплекс работ по созданию конструкции, состава и базовой технологии нанесения теплозащитного покрытия (ТЗП) на рабочие лопатки турбины высокого давления. Вышеуказанная технология была успешно внедрена в ОАО «УМПО» в производство лопаток современных двигателей истребительной авиации (двигатели АЛ-41Ф-1С для самолёта СУ-35 и АЛ-41Ф-1 для Т-50) и



Рис. 1. Установка УЭ-175 на ЛМЗ, разработанная ИЭС им. Е.О. Патона, изготовленная ПО «Электромеханика»

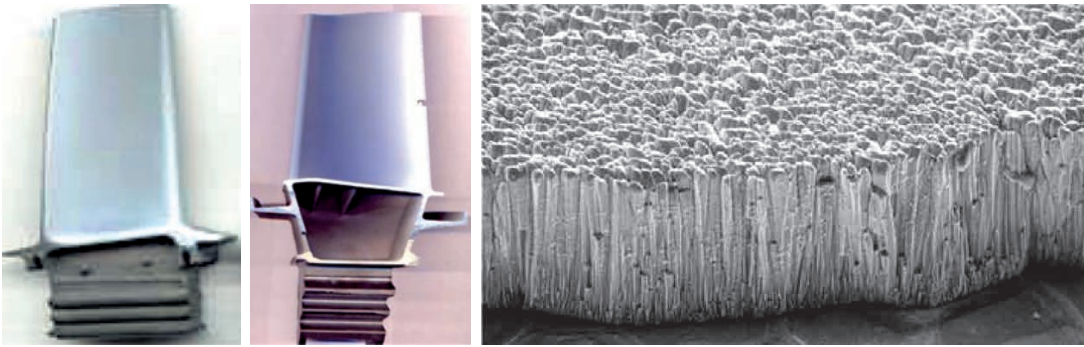


Рис.2. Лопатки турбины с керамическими ТЗП, столбчатая структура покрытия

подтверждена длительными испытаниями на ресурс более 1000 ч.

Как известно, конструкция ТЗП состоит из металлического подслоя с высокой жаростойкостью, обеспечивающего высокую адгезию (сцепление) с наносимым поверх него керамическим слоем, обладающим высокой коррозионной стойкостью и эффектом тепловой защиты.

В результате проведенных испытаний и исследований более 13 вариантов покрытий, в качестве подслоя было выбрано разработанное ВВИА им. Н.Е. Жуковского комбинированное жаростойкое покрытие, формируемое на установках типа МАП-1 (ВИАМ) и АПН-250 (ОАО «Электромеханика») методом вакуумно-плазменных технологий высоких энергий. Жаростойкие металлические покрытия, полученные на этих установках, отличаются от воздушноплазменных (APS) более высокой плотностью, адгезией, равномерностью и повторяемостью что делает их незаменимыми в производстве ответственных деталей ГТД. Серийное нанесение металлического подслоя ТЗП было освоено в г. Уфе на Уфимском моторостроительном производственном объединении.

Для нанесения керамического те-

плозащитного слоя был применён общепринятый в мире для высоконагруженных авиационных лопаток турбины метод электронно-лучевого испарения и конденсации в вакууме (ЕВ-РVD) реализованный на установке УЭ-175 (рис. 1) разработки ИЭС им. Е.О. Патона, изготовленной ПО «Электромеханика».

Керамические покрытия, формируемые электронно-лучевым методом, отличается наиболее высокая термостойкость, износостойкость, гладкость поверхности и незначительное блокирование перфорационных отверстий на поверхности лопатки (рис. 2).

С целью стабилизации технологии и повышения производительности нанесения керамического слоя ТЗП установку УЭ-175 на ЛМЗ доработали:

- ▶ ввели систему напуска кислорода в зону конденсации,
- ▶ новую систему регистрации температуры и др;
- ▶ оптимизировали оснастку – увеличили загрузку до 12 лопаток (рис. 3).

Проведённые мероприятия позволили обеспечить работоспособность разработанного варианта ТЗП при длительных стендовых испытаниях более 1200 ч на двигателе АЛ-41Ф-1С и более

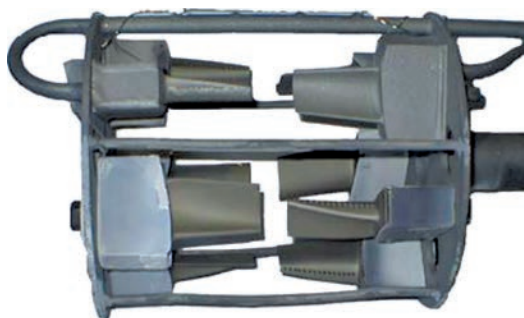


Рис. 3. Оснастка для напыления лопаток

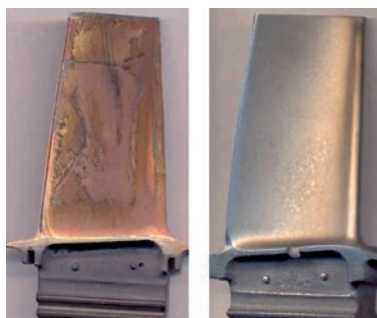


Рис.4. Лопатка с ТЗП после наработки 1200 ч. и после удаления дефектного керамического слоя при ремонте

600 ч на более напряжённом ГТД. Проведенное в ВИАМ в 2013г. исследование состояния лопаток с ТЗП с наработкой 1000 часов свидетельствует об удовлетворительном состоянии лопаток и возможности их дальнейшей эксплуатации. Таким образом, нанесение керамического слоя на рабочие

лопатки ТВД позволило полностью сохранить защитные свойства коррозионно-стойкого металлического подслоя АЖ-8 + CrAl и структуру основного материала лопаток после наработки.

Для обеспечения требуемого ресурса лопаток на ЛМЗ была разработана технология ремонта керамического слоя покрытия путем его удаления (рис.4) и повторного нанесения с сохранением металлического подслоя, которая успешно подтверждена длительными испытаниями в составе двигателя.

В рамках перспективных НИР на ЛМЗ были разработаны, опробованы и испытаны в составе двигателей новые жаростойкие подслои ТЗП, наносимые шликерным методом типа АЦ, СВС (в 2012 г. получен патент на изобретение №2473192). При лабораторных испытаниях они обеспечили наивысшую из всех испытанных вариантов жаростойкость более 1500 часов при 1100°С.

Более чем 30-летний опыт изучения защитных покрытий на ЛМЗ позволил сформировать современные требования к процессу и оборудованию для электронно-лучевого нанесения покрытий, а ОАО «Электромеханика» приступило к реализации проекта такого оборудования. (от редакции: в следующем, шестом номере нашего журнала будет представлено подробное описание нового проекта – установки УЭ-500).

Внедрение инновационных технологий, подобных представленной технологии нанесения теплозащитных покрытий, позволяет повысить конкурентоспособность и экспортный потенциал изначально экспортно-ориентированных авиационных двигателей АЛ-41Ф-1С и сохранить для России высокую позицию на рынке вооружений.



РОССИЯ УКРЕПИТ СОТРУДНИЧЕСТВО С КИТАЕМ И СТРАНАМИ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ АЗИИ В ОБЛАСТИ АВИАСТРОЕНИЯ

Министерство промышленности и торговли прогнозирует активизацию совместных российско-китайских проектов, а также сотрудничества со странами Юго-Восточной Азии в области авиастроения. Об этом заявил заместитель министра промышленности и торговли Андрей Богинский на II съезде авиапроизводителей России 17 апреля в Ульяновске.

– В сентябре 2015 года ожидается завершение прохождения «вторых ворот» в проектировании совместного российско-китайского широкофюзеляжного дальнемагистрального самолета (ШФДМС). Кроме того, на начальном этапе находится наш совместный с КНР проект по созданию тяжелого вертолета. В рамках ближайших переговоров с Китаем мы ожидаем активного продвижения данных проектов с точки зрения их конкретной реализации. В настоящее время проводятся расчеты, строятся финансовые модели, оцениваются рынки, процессы идут активно, – отметил Андрей Богинский.

По оценкам замглавы Минпромторга, на реализацию проекта ШФДМС требуется от 13 до 20 млрд долларов в зависимости от уровня научно-технического задела по различным направлениям двух сторон.

Ранее сообщалось, что Россия и Китай планируют в течение полутора лет завершить эскизное проектирование российско-китайского широкофюзеляжного дальнемагистрального самолета. В мае 2014 года Объединенная авиастроительная корпорация (ОАК) и китайский авиапроизводитель Сотас подписали соглашение о продолжении работы по созданию ШФДМС. Вывод нового самолета на рынок планируется к 2025 году.

Также Андрей Богинский подтвердил заинтересованность со стороны ОАК и компании «Вертолеты России» в заключении офсетных сделок по размещению на территории Китая, Индии, Вьетнама, Индонезии и стран Латинской Америки производств комплектующих для российского лайнера нового поколения SSJ 100 и вертолетной техники. По его мнению, это даст России новые возможности для продвижения авиационной продукции на рынки этих стран и позволит заинтересовывать коллег из зарубежных стран в участии в этих проектах.



«ВЕРТОЛЕТЫ РОССИИ» ПЕРЕДАЛИ ПАРТИЮ КА-226 МИНОБОРОНЫ РОССИИ

Холдинг «Вертолеты России» завершил передачу партии легких многоцелевых вертолетов Ка-226.80 Министерству обороны России. Вертолеты прошли все необходимые для приемки испытания.

«Плановые объемы заданий госконтракта, заключенного с Министерством обороны в 2011 году, выполнены в полном объеме с опережением графика поставок», – отметил управляющий директор производителя машин – Кумертауского авиационного производственного предприятия (КумАПП) Виктор Новиков, слова которого приводятся в сообщении холдинга.

Легкий многоцелевой вертолет Ка-226 разработан конструкторским бюро «Камов». Он может использоваться в транспортном и учебно-тренировочном вариантах, осуществлять полеты в простых и сложных метеоусловиях, над сушей и обширной водной поверхностью. Машина отличается точностью висения, превосходной маневренностью и управляемостью, имеет большую энергооборуженность, неприхотливостью в эксплуатации и не требует ангарного хранения.

Целевое применение вертолета Ка-226 определяет комплектацию его транспортной кабины сменными модулями с различными видами необходимого оборудования.

В конце марта холдинг получил разрешение на модификацию Ка-226 – многоцелевой вертолет Ка-226Т, что открывает новые возможности для поставок и эксплуатации этой модели вертолета, говорится в сообщении холдинга.

Ка-226Т разрабатывается по заказу МЧС России. Новая версия вертолета имеет новый комплекс бортового оборудования, навигационную систему и метеолокатор. На вертолете предусмотрена установка дополнительного топливного бака, лебедки, внешней грузовой подвески, поискового прожектора. Для выполнения медико-эвакуационных работ в транспортной кабине вертолета устанавливается медицинский модуль.

Холдинг «Вертолеты России» объединяет все вертолетостроительные предприятия России. На его предприятиях произведено около 35% мирового парка боевых вертолетов. Входит в состав Госкорпорации Ростех.



ШОЙГУ ХОЧЕТ ВОЗОБНОВИТЬ ПРОИЗВОДСТВО РАКЕТОНОСЦЕВ ТУ-160

Задачу возобновления производства сверхзвукового ракетноносца Ту-160 на Казанском авиационном заводе имени Горбунова поставил министр обороны России генерал армии Сергей Шойгу. Об этом он заявил, посещая цеха предприятия в столице Татарстана.

– Ракетносец Ту-160 – уникальная машина, опередившая время на несколько десятилетий и до сих пор не использовавшая в полной мере заложенные в нее конструктивные возможности. Лучшего самолета в сверхзвуковом классе никто еще не придумал, – отметил Сергей Шойгу.

При этом министр обороны подчеркнул, что для возобновления производства боевого самолета нужна реконструкция и техническое перевооружение производственного оборудования завода.

В настоящее время Казанский авиазавод проводит реконструкцию самолетов Ту-160. Ту-160 – это сверхзвуковой стратегический бомбардировщик-ракетоносец с крылом изменяемой стреловидности, который находится на вооружении с 1987 года. Экипаж самолета состоит из четырех человек. Самолет берет на борт 45 тонн боевой нагрузки.

Шойгу при посещении авиазавода сопровождали глава республики Татарстан Рустам Миниханов, президент Объединенной авиастроительной корпорации Юрий Слюсарь и руководство компании «Туполев», сообщает управление пресс-службы и информации Минобороны.

На вооружении ВВС России сейчас находятся примерно полтора десятка бомбардировщиков Ту-160 («Белый лебедь» или Blackjack по кодификации НАТО). Они проходят модернизацию, о которой было объявлено в 2012 году.

В настоящее время разрабатывается новый стратегический бомбардировщик, известный как ПАК ДА – перспективный авиационный комплекс дальней авиации. Свой первый полет ПАК ДА должен совершить в 2019 году, а его поставки в войска начнутся примерно в 2023-2025 годах.

С ПЕРСПЕКТИВОЙ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПАРТНЕРСТВА

17 апреля ОАО «Электромеханика» посетили представители итальянского вакуумного подразделения американской компании «Agilent Technologies»

СПРАВКА

«Agilent Technologies» – ведущий поставщик решений для тестирования и измерений, комплектующих для отрасли связи, полупроводниковых и оптических компонентов, оборудования для химического анализа.

Компания «Agilent Technologies» образована в 1999 году в ходе глобальной реорганизации корпорации «Hewlett-Packard» и ее разделения на две полностью независимые компании (HP и «Agilent Technologies»). Название «Agilent Technologies» происходит от слова «agile», означающего «динамичный, хорошо координированный, гибкий, сообразительный, находчивый», и потому, как подчеркивают маркетологи, «Agilent Technologies» обладает большей свободой и гибкостью в решении своих задач. Для заказчиков компании это означает большую оперативность, динамичность, эффективность и быстроту реагирования на их запросы».

Реорганизация помогла обеим компаниям сфокусироваться в своих областях деятельности и использовать новые возможности, вместе с тем сохраняя все лучшие традиции HP. Корпорация «Hewlett-Packard» передала «Agilent Technologies» наиболее наукоемкие и высокотехнологичные направления бизнеса – те самые, с которых корпорация начинала свою деятельность 60 лет назад. В состав компании «Agilent Technologies» вошли подразделения контрольно-измерительного оборудования, медицинского оборудования, оборудования для химического анализа и электронных компонентов компании «Hewlett-Packard».

В 2001 году компанией Philips было выкуплено направление медицинского оборудования. С 2009 года было введено разделение на Группу Естественно Научных Исследований (LSG), Группу Химического Анализа (CAG) и Группу Электронных Измерений (EMG). В 2010 году «Agilent» купил компанию «Varian», что стало крупнейшим приобретением в истории компании. Большинство линеек продуктов «Varian» присоединилось к Группе Химического Анализа (CAG), в то время как Группа Естественнонаучных Исследований (LSG) получила ведущие направления, включающие ядерно-магнитный резонанс. Приборы и оборудование производства «Agilent Technologies» используются исследователями всего мира в таких областях как биотехнология, создание новых лекарственных средств, нефтехимии и нефтепереработка, анализ пищевых продуктов, контроль за состоянием окружающей среды, криминалистика, судебно-медицинская экспертиза, токсикология.

Штаб-квартира «Agilent Technologies» расположена в г. Пало-Альто, штат Калифорния, а представительства имеются в 107 городах мира. Сборочное производство располагается недалеко от Милана, а недавно компания построила завод в Малайзии.

Руководство «Agilent Technologies» считает российский рынок одним из самых перспективных в Восточной Европе и ориентируется на долгосрочную деятельность в России.



На переговорах о сотрудничестве от имени зарубежной компании присутствовали Марко Бонфадина, менеджер по продажам компании «Agilent Technologies» (в зону его ответственности входят Швейцария, Испания, Восточная Европа, Ближний Восток и Африка), и Владимир Назаров, член Совета Российской гильдии маркетологов, директор маркетинговой компании «Семперия» и официальный представитель компании «Agilent Technologies» в Российской Федерации.

Российскую сторону представляли: генеральный директор ОАО «Электромеханика» Виктор Константинов, заместитель генерального директора по экономике Андрей Константинов, заместитель коммерческого директора Олег Анищенко, помощник генерального директора по инвестиционной деятельности Петр Швайко, заместитель технического директора Юрий Соколов, начальник ОВЭД Татьяна Ягудина.

По традиции, переговоры начались с взаимного рассказа о предприятиях, включающего в себя сведения об истории этих производств, их путях развития и сегодняшнего дня.

Как отметил Владимир Назаров, компания «Varian Associates», основанная в 1948 году братьями Вариан, была одной



из первых высокотехнологичных в Силиконовой долине. Специализируясь вначале в основном на приборах точного наведения, востребованных в послевоенное время и в период гонки вооружений, с течением времени она начала развиваться в двух направлениях: первое – аналитическое (анализаторы и масс-спектрографы), второе – вакуумное оборудование, начиная с простейших магниторазрядных насосов (образец такого насоса до сих пор выставлен в Турине), которые позже

дополнили турбомолекулярные, диафрагменные и крупные промышленные насосы. Именно с них началось сотрудничество компании с ОАО «Электромеханика». Точнее, это уже было сотрудничество с «Agilent Technologies», поскольку в 2010 году путем дружественного поглощения «Varian, Inc» вошла в состав «Agilent Technologies».

ОАО «Электромеханика» около двух лет назад приобрело и использовало в нескольких установках пластинчато-роторные насосы фирмы «Agilent Technologies». Целям, преследуемым «Электромеханикой» для соответствия качества продукции требованиям заказчика, отвечали такие качества насосов этого производителя, как надежность и легкость в установ-

ке (удобно при использовании в различных областях применения), компактность (насосы серии MS могут легко заменять другие насосы эквивалентной производительности), адаптированность к работе в тяжелых условиях, и что немаловажно – повышенная экологичность. Насосы MS, как показала практика, устойчивы в работе и обеспечивают превосходные рабочие характеристики по вакууму. Качество и высокие стандарты пластинчато-роторных насосов производства фирмы «Agilent Technologies» гарантируют даже при низком давлении высокую стабильность откачки, в том числе и легких газов, низкий шум, минимальный обратный поток масляных паров и высокий эксплуатационный ресурс.



Братья Вариян



MS-301
Производительность
4167 л/мин
Предельный вакуум 8×10^{-2} мбар



MS-631
Производительность
9835 л/мин
Предельный вакуум 8×10^{-3} мбар

Насосы MS-301 применены ОАО «Электромеханика» в установках «УЦРТ-9» и «УЦРИ-9», предназначенных для получения металлических порошков (гранул), интерметаллидов, титановых и других тугоплавких сплавов методом центробежного распыления заготовок. Названные установки были поставлены на ОАО «Композит» (г. Королёв Московской области). Насос MS-631 применён в камерной электротермической печи типа «ПВВ», позволяющей проводить технологический процесс при температуре до 1500 градусов С, поставленной на ОАО «ПО «Стрела» (г. Оренбург).

Сотрудничество ОАО «Электромеханика» и «Agilent Technologies» имеет все шансы на продолжение, более того – на значительное его расширение, поскольку налицо взаимный масштабный интерес.

В настоящее время политикой компании «Agilent Technologies» является так называемое стратегическое партнерство с крупными заказчиками, причем это предполагает сотрудничество напрямую, без посредников, несмотря на развитую сеть дистрибуции в России. Это не совсем типично, но в разрезе политики руководства компании актуально в отношении крупных промышленных предприятий, таких, как «Электромеханика», которые, как оригинальные производители оборудования, настроены не на разовые контракты, а на использование продукции «Agilent Technologies» на постоянной основе. Для таких производителей это не менее интересно, поскольку предполагает прямые контакты с ним в отношении сервисной и гарантийной поддержки в цикле эксплуатации приобретенной продукции. Немаловажно, что вся продукция «Agilent» соответствует общепризнанному стандарту ИСО, что исключает, например, сложности с сертификацией измерительных приборов.

Марко Бонфадини в представленной презентации рассказал о вакуумном подразделении (450 сотрудников, оборот около 200 млн. долларов) компании «Agilent Technologies» как одном из самых важных – вакуумное оборудование входит в состав практически всего спектра выпускаемых компанией приборов и техники. Не менее 10 процентов оборота, отметил он, направляется на



развитие и инновации. Компания уделяет внимание сохранению окружающей среды: соответствующим сертификатом подтверждено, что «самое чистое производство в Турине» – именно завод «Agilent Technologies». Разветвленная сеть дистрибуции с обширной географией, постоянное обучение сотрудников и участие в крупнейших выставках и семинарах по всему миру тоже занимают

большое место в политике компании. Напомнил он о том, что ионный (магниторазрядный) насос был изобретен и разработан именно братьями Вариан, упомянул о разработанном компанией новым поколении турбомолекулярных насосов twiss tor. Сегодня научные и технические достижения компании востребованы по всему миру. В том числе, можно отметить их использование в

Церне, где монтируется известный всем адронный коллайдер.

Отдельная презентация по гелиевым течеискателям, проведенная гостями, вызвала интерес со стороны представителей ржевского завода. В свою очередь, первых впечатлила услышанная здесь информация, что созданием вакуумных технологий ОАО «Электромеханика» занимается с 1954 года, разрабатывая и выпуская установки для сварки в контролируемой атмосфере, что в 1959 году была создана первая электронно-лучевая установка и что ржевский завод давно специализируется на создании вакуума в установках объемом свыше тысячи кубических метров. Для многих своих установок «Электромеханика» проектировала и создавала насосы высокой производительности самостоятельно (например, насосами производительностью до 80 литров азота в секунду укомплектованы вакуумные камеры объемом 1360 кубических метров).

– Сегодня завод продолжает заниматься изготовлением самого разного технологического оборудования практически для всей промышленности России, – отметил Виктор Константинов. – Это термические печи, установки для электронно-лучевой сварки, пайки, термообработки, оборудование для получения гранул самых разнообразных материалов методом центробежного распыления, камеры для сварки в контролируемой атмосфере, большой объем установок для литья материалов (в том числе титана) с заданной структурой – монокристаллической, равнонаправленной, равноосной... Поэтому перечень оборудования, производимого «Agilent Technologies» и показанного в презентации, интересен и вызывает массу достойных обсуждения конкретных вопросов. Мы пришли к мнению, что во многие наши установки необходимы стационарные, завязанные на вакуумную систему модули течеискателей – это обеспечит большую стабильность работы оборудования в целом.

Также говорилось об интересе к диффузионным насосам для прокачки значительных объемов газа (700-1100 литров в минуту) для обеспечения нормальной работы плазматронов, к измерительной технике, о возможности собирать и представлять на российском рынке «под ключ»



по требованиям заказчиков вакуумные станции разного типа с использованием комплектующих производства «Agilent Technologies», и особо – о возможности не только закупать, но и обслуживать оборудование «Agilent Technologies». Такая схема партнерства, сказали гости, уже используется в России, и фирма готова обучать специалистов, которые будут работать с поставленным оборудованием, и технически сопровождать его использование на протяжении всего жизненного цикла. Данные темы рассматривались для

перспективы включения их в соглашение о стратегическом партнерстве.

Юрий Соколов провел презентацию оборудования производства «Электромеханики», чтобы представителям делегации было проще ориентироваться в специализации ржевского завода и точнее представлять его технические потребности. Юрий Алексеевич рассказал, что ОАО «Электромеханика» с самого начала своей истории работает с заказчиками авиационной промышленности и двигателестроения, выпускает целый спектр

6 families to address industrial market





электронно-лучевого оборудования, насчитывающий более 500 наименований.

– Что касается литейного оборудования, – продолжил Соколов, – только одна его разновидность предназначена для работы в атмосфере, остальные – в вакууме. Оснащены вакуумной системой все установки типа ВИП-НК и УППФ, все дуговые печи для литья тугоплавких сплавов.

Заместитель технического директора особо остановился на системе управления и конкретно – визуализации всех процессов работы установок. Отдельно рассказал о гранульных технологиях, упомянув для Марко, что смоделировать и разработать это новое направление ма-

териаловедения и конкретно – алгоритм производства гранул, изобретенный и используемый «Электромеханикой» и не имеющий аналогов в мире, помогли исследованию итальянского физика Просперетти, который описал особенности моделирования охлаждения частиц в процессе получения порошка металлов и сплавов.

В процессе обсуждения гости узнали много для себя нового о ржевском предприятии. Например, были очень удивлены, услышав, что в оборудовании компании «Sidrabe», комплектуемом насосами «Agilent», все вакуумные камеры произвела «Электромеханика». Они спрашивали о

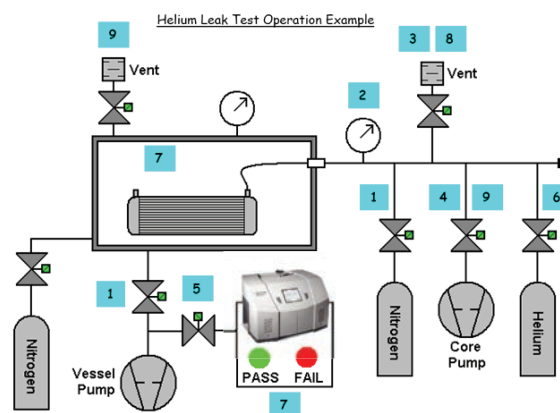
том, какое направление работы для завода является лидирующим в плане экономической составляющей, предназначено ли оборудование для работы в агрессивных средах, какие смазочные материалы предпочитает использовать Ржев, и многом другом.

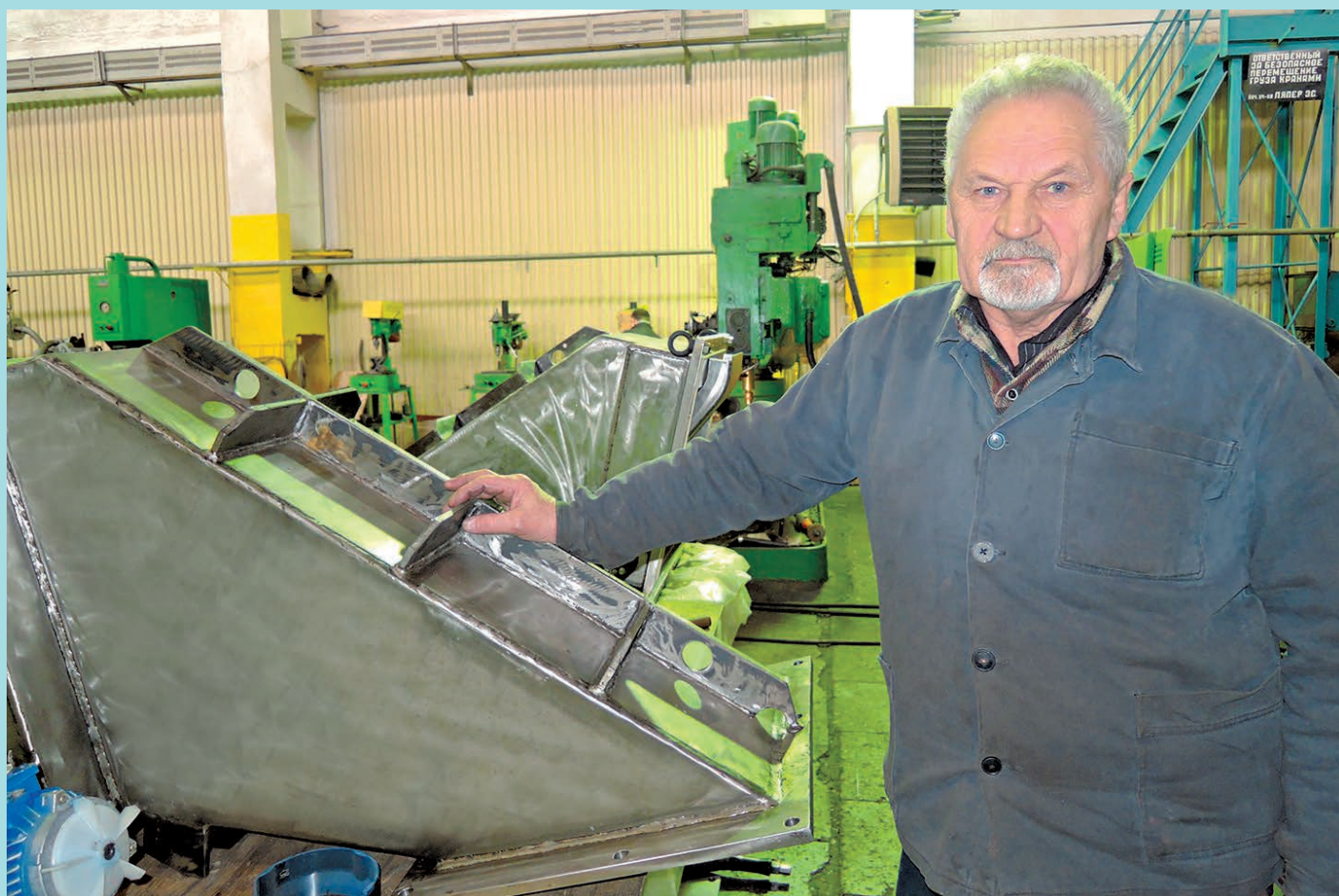
Встреча, продолжавшаяся несколько часов, была признана обоюдодолезной. В настоящее время все обсужденные темы получили продолжение в виде намерений представителей «Agilent Technologies» посетить научно-техническую конференцию, проводимую ОАО «Электромеханика» в мае, по завершению которой оформить соглашение, отражающие согласованные организационные, финансовые и технические условия дальнейшего сотрудничества.

Leak detection Agilent Product line



Leak detection techniques Helium Leak Detection





МУЗЫКА РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ

Александр Алексеев, почётный работник ОАО «Электромеханика» который уже почти полвека трудится слесарем механосборочных работ, пришел в свою профессию... через музыку. В старших школьных классах увлекся альтом, вошел в состав духового оркестра дома культуры, который часто выступал с концертами для заводчан «Электромеханики». И поэтому после школы, в 17 лет, совершенно логично пришел работать на знакомое уже предприятие, в цех № 2, которым руководил Юрий Михайлович Цветков. С завода Алексеев ушел служить в армию, а через два года службы связистом в артиллерийских войсках Забайкальского

округа снова вернулся в тот же цех. И отработал в нем 25 лет. Музыку, конечно, не бросил – даже входил в состав муниципального духового оркестра, несколько раз участвовал в региональном фестивале «Серебряные трубы Верхневолжья», да и сейчас на концерты ходит часто.

С получением специального образования не вышло – техникум так и не окончил. Однако это не помешало стать настоящим профессионалом, асом своего дела, которому доверяют собирать и запускать самые ответственные установки, что разрабатывает и запускает «Электромеханика». И не только по всей России, но и за ее пределами. В 1996-м три месяца монтировали и запускали ЭЛУ-20 в КНР, в

2001-м УВН-1500 и УВН-15-45 в китайском Шеньяне, в 2010 году в индийском Насике – УСКС-25. А по России сколько ездить приходится! Уфа, Пермь, Рыбинск, Комсомольск-на-Амуре, Иркутск, Москва... А установку нужно не только собрать, но еще и запустить, и немаловажно оформить надлежащим образом документацию.

– И наша группа без актов ни разу из командировки не приезжала! – с гордостью говорит Алексеев.

– Не жалеете, что за плечами, кроме десяти классов, ничего? – спрашиваю Александра Григорьевича.

– Нисколько! И что начальником участка, когда предлагали, не пошел – тоже не жалею. У меня и без этого работа и ответственная, и интересная. Не позволяет на одном месте застаиваться. Я не только о поездках, хотя в последнее время много приходится выезжать – специалисты грамотные становятся редкостью. Еще и о том, что каждая новая установка – это новая информация, новые знания, новые знакомства. Общаться приходит-

ся знаете сколько! И с профессорами, и с кандидатами наук!

И тут на ум сразу приходит параллель с героем Баталова в «Москва слезам не верит» – Гошей, рабочим – золотые руки, без которого не обходится ни одно исследование в Московском политехе.

Тем более, во время беседы Алексеев не раз повторяет: работа у меня – творческая. И для большей демонстрации достает чертежи.

– Видите, с них все начинается. Здесь – описание, которое нам нужно тщательно изучить. Затем подобрать детали (этим занимаются диспетчерские службы), «отслесарить» их. А потом начинается собственно сборка. И каждый раз этот процесс не похож на предыдущий. Как может быть скучно, если каждый раз все новое – новые детали, новые установки, новое оборудование?

Слыша, как слесарь рассказывает о своей работе, понимаешь, что он свою профессию действительно любит и ценит. Да и как без этого отработать, можно сказать, на одном месте, почти полвека? Те, которые свою работу «отбывают» – и на пять лет, как правило, не задерживаются. А на заводе «Электромеханика» коллектив стабильный.

– Наше предприятие – это кузница кадров для всех городских производств, – продолжает Александр Григорьевич. – Недаром же именно работник нашего завода Валерий Белов в 70-е годы стал лучшим фрезеровщиком Советского Союза – это о чем-то говорит? Выходцы с «Электромеханики» – настоящие профессионалы. И потому и сегодня востребованы на любом предприятии – на «Элтре», «Ремонтно-механическом заводе», «Ржевском краностроительном заводе» и 514-м авиаремонтном. Но уходить спешат не многие – зачем, если есть сплоченный коллектив, интересная работа и достойная зарплата.

У Александра Алексеева на «Электромеханике» трудилась вся семья: сестра и брат много лет работали в 1-м цехе, еще одна сестра была секретарем у прежнего директора Михаила Кулешова, здесь же, на заводе, работает и супруга. И познакомился Александр Григорьевич со своей женой тоже здесь: в 1972 встретились, в 1974-м расписались и живут уже больше



Почетной грамотой губернатора награждается слесарь Александр Алексеев

сорока лет. Вместе участвовали в самодеятельности, рядом трудились, вместе, в одном коллективе, встречали праздники – может, это и есть секрет прочной семьи?

Алексеев по возрасту уже три года как пенсионер. Но на заслуженный отдых не спешит. Смеется: пенсия, говорит, у меня хорошая, но маленькая. А если серьезно – жизни без своей работы пока не представляет и намерен трудиться дальше, сколько позволит здоровье.

– Александр Григорьевич, а почему молодежь рабочие профессии выбирает неохотно? Ведь зарплата, думаю, здесь выше, чем у начинающего инженера или экономиста?

– К станку молодые не хотят, это правда. Наверное, потому, что высокие заработки приходят с опытом, а им надо все и сразу. Не понимают еще, что так не бывает, что надо подождать и доказать, что ты профессионал, и постоянно повышать свою квалификацию. Хорошо, сейчас есть техучеба. Я ведь тоже со второго разряда начинал, сейчас у меня пятый. Высший – шестой – только у бригадира Виктора Гавриловича. Но молодая смена на заводе есть, а мы стараемся их научить, подтянуть, курируем, как курировали когда-то нас. И к ним тоже придет и опыт, и профессионализм – конечно, если они этого захотят.





ВАКУУМТЕХЭКСПО-2015

С 14 по 16 апреля в Москве, в Конгрессно-выставочном центре «Сокольники» прошла 10-я юбилейная Международная выставка оборудования, материалов и технологий «ВакуумТехЭкспо»-2015. Открытое акционерное общество «Электромеханика» приняло активное участие в этой международной выставке.

«ВакуумТехЭкспо» – выставка, полностью посвященная вакуумному оборудованию, технологиям и материалам. В выставке приняли участие производители и дистрибьюторы вакуумного, криогенного, аналитического, сублимационного оборудования и техники, оборудования для напыления, а также инжиниринговые компании, оказывающие полный спектр услуг в сфере высоких технологий.

В этом году в юбилейной выставке заявили свое участие 83 компании из России, Великобритании, Белоруссии,

Бельгии, Германии, Китая, Словакии и США. Среди них: GNB Corporation, MSH Techno, VACOM, ZENCO PLASMA, ООО «Алиаксис инфраструктура и промышленность», ООО «БЛМ Синержи», ОАО «ВАКУУМАШ», ООО «Вакуум-Сервис», АО «Интек Аналитика», ООО «Криосистемы», ОАО «НИИТМ», ООО «Сигм Плюс Инжиниринг», ЗАО «Ферри Ватт», ООО НПП «Вакуумтех» и многие другие.

Выставка открылась в полдень 14 апреля на сцене второго павильона ВВЦ «Сокольники». С приветственным словом к гостям и участникам выступили: генеральный директор ОАО «НИИВТ им. С.А.

Векшинского» Иван Воробьев, вице-президент Российского научно-технического вакуумного общества, руководитель деловой программы выставки «ВакуумТехЭкспо» Сергей Нестеров, генеральный директор ОАО «Вакууммаш» Евгений Капустин, заместитель генерального директора АО «Интек Аналитика» Дмитрий Ловцюс, координатор грантовых проектов GiMA International Exhibition Group Анастасия Загорони и директор выставки «ВакуумТехЭкспо» Наталья Ломунова.

В течение трех дней работы выставки ее участники представили большое количество новинок оборудования, рассказали посетителям о своих современных технологиях, продемонстрировали оборудование «в действии», проконсультировали по вопросам применения оборудования во многих отраслях промышленности.

По словам участников, сюда съехались специалисты отрасли, не теряющие интерес к выставке, несмотря на сегодняшнюю экономическую ситуацию в стране.

В рамках деловой программы с ус-



технических характеристик. За три дня на выставке на экспозиции ОАО «Электромеханика» было зарегистрировано 26 представителей различных компаний, целью визита которых, в большинстве случаев, был сбор информации о предприятиях и продукции для возможного её применения в своем производстве, поиск конкретного типа оборудования для выполнения своих технологических задач.

В ходе выставки был отмечен интерес посетителей, а конкретно – представителей ОАО «Туполев», НПО им. Лавочкина, ОАО «Волжский абразивный завод», ОАО «Металлист Самара» к вакуумному термическому оборудованию ОАО «Электромеханика». Интересом пользовалось литейное оборудование нашего завода, а также оборудование для нанесения защитных покрытий. Поставку оборудования для напыления выразили готовность обсуждать представители ОАО «Газэнергосервис», ООО «Партнер», ОАО «Авиаприбор», ООО «Курганпромсервис», ООО «Ионима», ООО «Фабрика специальных часов Восток-Дизайн», а сотрудниками авиакорпорации «Рубин» и НПП «Звезда» проявлен интерес к сварочному оборудованию производства «Электромеханики». Немаловажно, что в ходе такого общения не только есть возможности для установления новых связей, но для укрепления уже сложившегося партнерства. Например, инженер ПАО «Новосибирский завод химконцентратов» выразил заинтересованность в модернизации ЭЛУ-9, или готов рассматривать приобретение новой установки электронно-лучевой сварки.

Уже известно, что 11-я Международная выставка вакуумной техники, материалов и технологий «ВакуумТехЭкспо» состоится 12-14 апреля 2016 года, в Москве, во втором павильоне ВЦ «Сокольники». А в нынешнем году ОАО «Электромеханика» планирует участие в таких международных специализированных выставках, как «МЕТАЛЛУРГИЯ-ЛИТМАШ»-2015, которая пройдет в ЦВК «Экспоцентр» с 8 по 11 июня, там же с 15 по 17 сентября состоится выставка «Термообработка»-2015, а кроме этого, предприятие планирует представить свою продукцию 13-16 октября в МВЦ «Крокус-Экспо», где состоится выставка «Станкостроение»-2015.

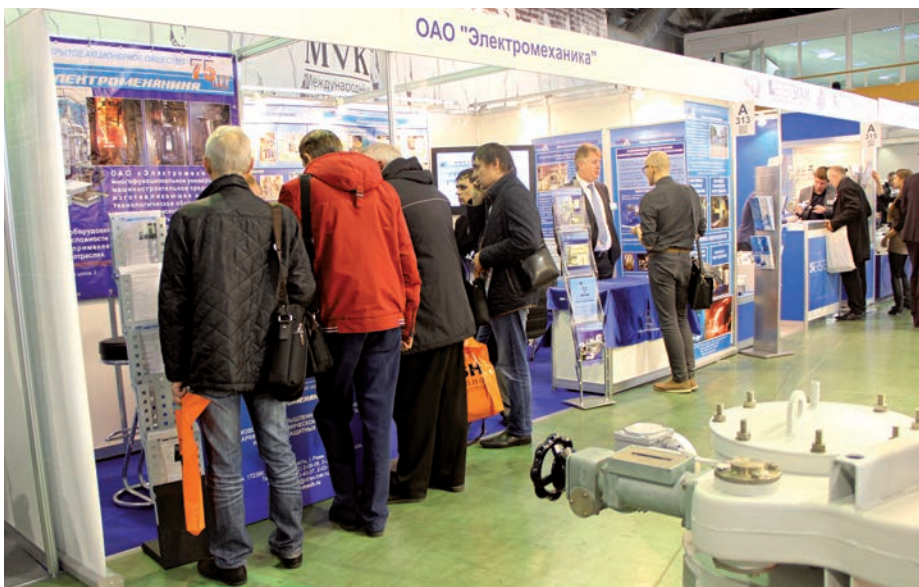
пехом прошла Международная научно-практическая конференция «Вакуумная техника, материалы и технология», на которой выступили ведущие специалисты компаний-участников, представители крупнейших научных учреждений, ведущих высших учебных заведений России.

Жюри конкурса «Лучший инновационный продукт в сфере высоких технологий», профессионалы в области вакуумной оборудования и технологий, оценили наградами 10 компаний, еще 7 участников отмечены дипломами.

– ОАО «Электромеханика» приняла участие в выставке ВакуумТехЭкспо в 2015 году впервые, и несмотря на доста-

точно небольшое количество участников, данная выставка для нашего предприятия является эффективным видом прямой коммуникации, предоставившая возможность прийти в свою аудиторию и напрямую донести до нее информацию о деятельности компании, поддержать имидж среди партнеров и контрагентов, – говорит начальник отдела маркетинга ОАО «Электромеханика» Виктория Бальс.

На экспозиции ОАО «Электромеханика», располагавшейся в павильоне 2 на стенде А313, были представлены рекламно-информационные брошюры предприятия и другие материалы по выпускаемому оборудованию с описанием



ТОКАРЬ – ПРОФЕССИЯ ТВОРЧЕСКАЯ!

– Главное в работе токаря – не руки, а голова, – убеждает токарь-универсал с почти полувековым стажем, почётный работник предприятия Валерий Лебедев. – Если деталь не обдумаешь, она вряд ли получится. А если спокойно продумать весь процесс, то потом выиграешь и во времени, и в качестве.



Интервью Валерий Николаевич даёт не отходя от станка. Он вообще от него редко отходит: трудится за четверых, все субботы – рабочие. Ну и зарплата, конечно, соответственная. И, что еще важнее – почет и уважение коллег.

А еще Лебедев уверен: чтобы быть токарем, нужно призвание. Только если человек на своем месте, он сможет накопить необходимый опыт и добиться результата. Если к этой работе не приспособлен – не сможет, уйдет раньше.

– Вот я – на своем месте, – говорит без какой-либо гордости или бахвальства, совершенно ровно. – Здесь, на этом месте, стою уже 47 лет. Сложно, спрашиваете? Сложно. Но это – моя работа, моя привычка, мое призвание. Работа нравится. Она же – творческая!

С ним сложно не согласиться. Сделать из бесформенной болванки деталь, сделать точно и качественно – что это, если не искусство и не творчество? Одну делаешь смену, на другую уходит не меньше недели. А когда готовое изделие выходит, бывает, и сам мастер удивляется – как я такое сделал?!

– На конвейере, где год производят одну и ту же операцию, одну и ту же деталь, я бы долго не выдержал. А у нас-то интересно! Постоянно что-то новое осваиваешь, узнаешь – совершенствуешься. И коллектив хороший – творческий. И предприятие престижное. Были времена и не

простые, конечно, когда заработки были маленькие. Кто-то тогда ушел. Уйти – несложно, сложно потом вернуться.

У самого Лебедева «уход» был такой: из токарей в мастера, а потом снова в токари. В одном и том же цехе. Вернулся к станку, потому что в семье родилась вторая дочь, а рабочая специальность позволяла больше заработать. И дочь, когда выросла, успела поработать на этом же заводе, а потом переехала в другой город. И супругу свою Валерий Николаевич позвал на «Электромеханику», она и сегодня трудится электромонтажником в СП.

Сейчас Лебедев на пенсии.

– Сколько я еще проработаю – не знаю. Очень хочется, чтобы мой опыт не ушел вместе со мной, не пропал даром. Готов обучить еще сколько угодно молодых, только пока учить-то и некого.

Раньше профессиональные сузы выпускали в год по 70 человек, они приходили на производства, человек десять оставалось – максимум, остальные шли кто в милицию, кто в водители, кто еще куда. А теперь на завод столько не идут.

Нет, ребята приходят. Но... Как бы это сказать... Учиться готовы не все! По телевизору показывают, как легко делаются большие деньги – вот они и смотрят туда, а не на нас, – с горечью продолжает Валерий Николаевич. – Где там потеть и горбатиться! Терпения нет, ждать не хотят и не умеют. Лучше, говорят, в грузчики – видимо, потому, что там голова не

нужна и ответственности минимум. Я у многих был наставником, человек десять обучил...

– И сколько из них остались на заводе?

– Пока никто! Кому тяжело показалось, кого зарплата не устроила... А ведь чтобы овладеть профессией, надо не меньше пяти лет. Вот и сейчас у меня тоже есть ученик. Ему, как и другим, говорю: учись! Просто делай, и все. Раз, два... Три, и снова и снова делай. Опыт нарабатывай. А когда будет опыт – будет и результат, и зарплата сразу подрастет. Мастера за этим четко следят: если человек старается, если есть от него задача – будет и вознаграждение. И работник должен это обязательно осознавать, быть ответственным, к работе относиться серьезно и хотеть трудиться и зарабатывать. Многие хотят только второго, а первого боятся. Вот, например, сейчас проблема с профессионалами-токарями – на большой станок, на котором я работаю, идти не хотят – ответственности и сложности боятся.

– А помимо опыта, какие секреты у вашей профессии есть?

– У хорошего токаря всегда есть свой секретный инструмент в тумбочке. Особый резец для каждой операции. У меня такой уже лет тридцать лежит. Когда нужно – достаю, и качество сразу другое получается.

– А секретами делиться Вы готовы?

– Готов. Пусть приходят только на завод ребята умные, которые не боятся ни учиться, ни работать.



В городе Ржеве Совет директоров действует уже более десяти лет, и генеральный директор ОАО «Электромеханика» Виктор Константинов является его сопредседателем. В мае прошлого года на научно-практической конференции, которую посетили представители министерства промышленности Тверской области, Виктор Вениаминович в разговоре с ними акцентировал внимание на необходимости создания такого Совета руководителей на уровне региона. Министр промышленности и информационных технологий Тверской области Евгений Вожакин поддержал и развил эту инициативу. И вот осенью было принято официальное решение о создании при губернаторе Совета руководителей предприятий и организаций, куда вошел сам губернатор области Андрей Шевелев и руководители крупных предприятий Тверской области. Целью создания данного коллегиального органа региональной власти было названо объединение усилий реального сектора экономики, ветвей власти и институтов гражданского общества в решении вопросов промышленной сферы и социально-экономического развития субъекта Российской Федерации.

БИЗНЕС МОЖНО ЗАИНТЕРЕСОВАТЬ В РЕШЕНИИ СОЦИАЛЬНО ЗНАЧИМЫХ ЗАДАЧ

В середине апреля при губернаторе Тверской области состоялось очередное заседание Совета руководителей промышленных предприятий региона. На обсуждение были вынесены актуальные вопросы поддержки производств в существующей экономической ситуации, кредитования бизнеса, импортозамещения. Участники заседания также обсудили предложенный губернатором проект регионального закона «Об установлении пониженной налоговой ставки налога на прибыль организациям – субъектам предпринимательской деятельности, являющимися благотворителями».

ИЗ ИСТОРИИ ВОПРОСА

Проект регионального закона «О благотворительной деятельности» был внесен в порядке законодательной инициативы областной Общественной палатой на рассмотрение комитета по социальной политике Законодательного собрания Тверской области еще в апреле 2012 года.

В проекте данного закона в качестве предмета регулирования назывались

отношения, возникающие в связи с осуществлением гражданами и юридическими лицами благотворительной деятельности в Тверской области, определялись ее цели и формы поддержки органами государственной власти и органами местного самоуправления Тверской области, оговаривались цели деятельности, подпадающей под формулировку благотворительной, а также деятельности, таковой не являющейся.

Основными принципами поддержки благотворительной деятельности органами государственной власти и органами местного самоуправления Тверской области проект закона называет совокупность правовых, экономических и иных мер, осуществляемых органами государственной власти и органами местного самоуправления Тверской



Наталья Никонова, зам. министра промышленности и информационных технологий Тверской области и генеральный директор Виктор Константинов

области в целях стимулирования благотворительной деятельности в Тверской области, а именно – широкое распространение информации о благотворительной деятельности, адресная направленность благотворительности, недопустимость замены исполнения государственных функций в социальной сфере осуществлением благотворительной деятельности и контроль за целевым использованием средств областного бюджета, переданных на осуществление благотворительной деятельности.

Часть законопроекта оговаривает то, каким образом органы государственной власти могут поддержать организацию-благотворителя, помимо форм морального поощрения, коими являются Почетные грамоты, благодарности и тому подобное.

В одной из статей настоящего законопроекта говорится о налоговых льготах, а в частности – льготе по налогу на имущество и налогу на прибыль. Статья 8 так и называется: «Предоставление налоговых льгот участникам благотворительной деятельности». Так, согласно этой статье, ставку налога на прибыль организаций, зачисляемого в областной бюджет в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации, для налогоплательщиков – участников благотворительной деятельности в Тверской области предлагается устанавливать в следующих размерах: 13,5 процента – для благотворительных организаций и для благотворителей – юридических лиц, расположенных на территории Тверской области и направивших в текущем налоговом (отчетном) периоде 7 включительно и более процентов облагаемой налогом прибыли на социально значимые цели; 14,5 процента – если на указанные цели направлено от шести включительно до семи процентов облагаемой налогом прибыли; 15,5 процента – если 5-6 процентов прибыли, и далее до 17 процентов – для благотворителей – юридических лиц, направивших в текущем налоговом (отчетном) периоде от 1 до 4-х процентов облагаемой налогом прибыли на социально значимые цели.

Тогда, в апреле 2012-го, комитет, рассмотрев предлагаемый проект, рекомендовал Общественной палате его пе-



реработать (в частности, решив вопрос с источниками финансирования, поскольку, говорилось в резолюции, реализация данного закона потребует дополнительных средств из областного бюджета на покрытие выпадающих доходов при предоставлении налоговых льгот, тогда как такие средства в бюджете на плановый период следующих лет не предусмотрены) и после этого вновь внести в ЗС.

Свою резолюцию на данный законопроект вынесла и контрольно-счетная палата. Помимо юридических уточнений, данный документ содержал блок, касающийся предусмотренного предоставления налога на прибыль. «Налог на прибыль организаций является федеральным налогом, – говорилось в подготовленном КСП документе. – Ставка налога установлена в размере 20 процентов. Сумма налога, исчисленная по налоговой ставке в размере 2 процента, зачисляется в федеральный бюджет, а по ставке 18 процентов – в областной. Налоговый кодекс РФ не предусматривает льгот по налогу на прибыль для организаций, осуществляющих благотворительную деятельность. Однако на основании статьи 284 НК РФ налоговая ставка по налогу на прибыль организаций, подлежащему зачислению в бюджеты субъектов РФ, может быть понижена для отдельных категорий налогоплательщиков, в том числе и для участников благотворительной деятельности. Соответственно, законом Тверской области может быть установлена пониженная ставка по налогу на прибыль организаций, подлежащему зачислению в

областной бюджет, для отдельных категорий налогоплательщиков, в том числе и участников благотворительной деятельности. При этом налоговая ставка не может быть ниже 13,5 процента».

Добавим, что эта тема получала продолжение еще не раз, и не только в формате упомянутых структур. Так, в конце июня 2013 года на Форуме некоммерческих организаций его участники обсудили и приняли документ, первым пунктом которого была рекомендация органам государственной власти Тверской области продолжить формирование региональной нормативно-правовой базы, определяющей дополнительные формы взаимодействия органов власти и общества, которые бы включали в себя, в частности, механизмы прямой и обратной связи между ними, государственную поддержку социально-ориентированных некоммерческих организаций, а именно, поддержку благотворительности путем установления региональных налоговых льгот для благотворителей.

ЗАКОН НУЖДАЕТСЯ В ДОРАБОТКЕ

Сегодня, как мы уже сказали выше, законопроект «О благотворительности» получает продолжение в виде обсуждения на площадке, где свое взвешенное слово могут сказать те, кто напрямую связан с указанной сферой, каждодневно сопрягается по роду деятельности с финансовыми показателями и решает вопрос, куда направлять прибыль – на развитие производства или же на непрофильные



рублей в виде налога (180 тысяч в региональный и 20 в федеральный бюджет). Направив на благотворительные цели 70 тысяч рублей из этого миллиона (7 процентов от прибыли), мы получаем право на пониженную ставку в 13,5 процентов, то есть должны заплатить в региональный бюджет 135 тысяч рублей. Прибавляем к этому 20 тысяч рублей, которые подлежат уплате в федеральный бюджет (никаких льгот там не допускается) и направленную на благотворительные цели сумму в 70 тысяч рублей и в итоге получаем $135+20+70=225$. То есть расходы стали больше, следовательно, никакого экономического стимула для благотворителя нет.

А вот если брать за налогооблагаемую базу не полную сумму прибыли, а уменьшить на сумму взноса, направленного на благотворительность, и льготную налоговую ставку в 13,5 процентов рассматривать не с 7 процентов направленной на благотворительность прибыли, а 5 процентов, картина получится совсем другая. Например, в качестве прибыли мы берем все тот же миллион рублей. Из него 5 процентов (50 тысяч рублей) направляем на благотворительные цели, и налогооблагаемая база у нас на эту сумму уменьшается, становясь равной не 1 млн. рублей, а 950 тысячам, и тогда налог с нее будет равен 128 тысяч рублей. $128+20+50=198$ тысяч рублей. Экономический стимул налицо, потерь для бюджета нет либо они минимальные, и для этого было бы целесообразно верхнюю планку направляемой на благотворительность необлагаемой налогом суммы для получения льготы ограничить 10 процентами.

Таким образом, государство создаст стимул для тех, кто желает часть прибыли направлять на социально значимые цели, и в лице таких благотворителей получит помощников в решении целевых задач, на которые бюджетных средств зачастую, к сожалению, не хватает.

От редакции: Пока верстался номер, стало известно, что рабочей группой по подготовке данного законопроекта уже принято решение об исключении из проекта законопроекта статьи, связанной с материальным поощрением благотворителей – награждением ценным подарком или денежной премией.

социальные направления. То есть руководители промышленных предприятий, входящие в состав регионального Совета при губернаторе. И практически все они уверены в необходимости разработки и принятия закона о благотворительности в целях формирования и развития культуры в стране, достижения прозрачности и открытости этой сферы.

К сожалению, сегодня, когда всем ясно, что государству нужна помощь бизнеса в осуществлении социальной нагрузки, далеко не везде работают над созданием законодательно закрепленных стимулов развития благотворительности для целых компаний или частных лиц. Тогда как это вполне можно сделать. Например, в Псковской области законодательно установлена пониженная налоговая ставка по налогу на прибыль, снижена налоговая ставка для организаций-благотворителей в Самарской и Нижегородской областях.

Генеральный директор ОАО «Электромеханика» Виктор Константинов, в прошлом – депутат III созыва Законодательного собрания Тверской области, а ныне – член региональной Общественной палаты, уверен: в таком виде, как раньше, в 2012 году, областной закон «О благотворительной деятельности» большого смысла не имеет. Его нужно перерабатывать и дополнять. И не только в отношении налоговых льгот.

Первое, что следует сделать – законодательно закрепить, какими документами должны подтверждаться расходы на благотворительность. Это могут быть

банковские выписки, платежные поручения, указывающие, какая сумма направлялась на такую-то конкретную деятельность, договоры о пожертвовании, акты о приемке-передаче имущества... Кроме этого, Виктор Вениаминович считает важным исключить из проекта закона часть статьи, где говорится о таких видах поощрения благотворителей, как награждение ценным подарком или денежной премией: «Это нецелесообразные расходы для бюджета, так как фактически средства, которые будет предусмотрено направить на подобные награды, как раз лучше не тратить на награждение тех, кто выделил свои средства на благотворительность, а израсходовать на те же благотворительные цели».

Кроме этого, в США и Европе существует практика, когда частые организации могут отчислять на благотворительные цели до 10 процентов прибыли без уплаты налога. В нашей стране обсуждалось намерение ввести подобное правило, но дальше обсуждения дело не пошло.

Немаловажным параграфом предполагаемого закона, продолжает свою мысль дальше генеральный директор ОАО «Электромеханика», должна стать возможность предоставления организациям-благотворителям льгот по налогу на прибыль. Такая возможность у регионов есть. Но в том виде, в каком она оговаривалась в проекте закона три года назад, смысла во введении льготы нет. Почему? Скажем, прибыль предприятия составила миллион рублей. С этой суммы ему подлежит уплатить 200 тысяч

70 ЛЕТ БЕЗ ВОЙНЫ

15 апреля во Дворце культуры города Ржева состоялось торжественное вручение юбилейных медалей «70 лет Победы в Великой Отечественной войне» бывшим работникам ОАО «Электромеханика».



Э то учреждение культуры в Ржеве до сих пор именуют ДК «Электромеханика», ведь именно предприятие построило его в доперестроечные годы и передало городу. Поэтому заслуженным работникам завода эти стены хорошо знакомы. Силами коллективов ДК перед началом торжественного вручения был дан концерт. Юные артисты из детского эстрадного театра «Мальчишки и девчонки» и студии «ФЛЭШ» пели и танцевали, читали стихи. В исполнении самых маленьких трогательно прозвучало стихотворение «Я никогда не видела войны» и песня «Прадедушка». И те, кто в военном и послевоенном детстве познал тяготы и лишения, подчас утирали слезы, глядя на своих правнуков, у которых счастливое детство продолжается. А у того предвоенного поколения – не было. Не случайно генеральный директор ОАО «Электромеханика» обратился к ним так:

– Добрый день, «золотая молодежь» 30-х годов! – и продолжил: – Молодежь, у которой отняли детство и юность, которая на своих плечах вынесла все тяготы и невзгоды сложного времени и благодаря которой мы сегодня живем 70 лет без войны! В своих внуках и правнуках вы видите себя, вы видите в них те возможности, которые для вас самих были недостижимы, которых война вас лишила. Низкий поклон вам за то, что вы сделали – за ваш



вклад, за ваш труд, за ваш подвиг. За то, что восстановили разрушенный город после 17-месячной оккупации, за то, что возродили и прославили родное предприятие, за то, что несете и передаете молодым самое ценное – опыт и память. Вы – символ эпохи, символ непокоренного поколения. Храните свою память и обязательно передавайте нам – ее у вас слыш-

ком много, чтобы этим не делиться...

Спустившись в зал, директор завода и глава города вручали медали и ценные подарки. А по завершении церемонии со словами благодарности к ветеранам обратился и глава Ржева Вадим Родивилов, пожелав ветеранам здоровья как можно на более долгие годы. А еще пожелал не прятать, а гордо носить медали, напоминающие о непосредственной причастности к тому, что уже 70 лет мы живем без войны.



В начале мая на ржевской телерадиокомпании «Независимая студия РиТ» прошла акция «Голос войны». В эфире звучали стихи, посвященные Великой Отечественной войне, написанные в те трудные героические годы и позже, и читали их известные в городе люди разных профессий, которых, по замыслу авторов акции, сложно представить в образе декламаторов. Одним из организаторов и спонсоров «Голоса войны» стало ОАО «Электромеханика». И это участие – малая толика того, что руководство и коллектив завода сделало в канун знаковой для всей страны даты – 70-летия Великой Победы советского народа над немецко-фашистскими захватчиками.

ГОЛОС ВОЙНЫ



ЭТОЙ ПАМЯТИ ВЕРНЫ

Еще в марте на улицах города Ржева появились яркие красочные баннеры, которые предприятие оформило, изготовило за счет собственных средств и разместило в самых оживленных местах. Это был первый, самый ранний штрих в оформлении города к праздничной дате – остальные появились на месяц позже, перед самым праздником, а те, о которых позаботился завод, напоминали горожанам о великом майском событии, когда на улицах еще лежал снег. Генеральный директор Виктор Константинов на заседании регионального Совета руководителей предприятий 15 апреля рассказал о проектах, которые реализуются при поддержке предприятия, и озвучил инициативу реализации долгосрочного проекта «Ржев – Тверь: дорога воинской славы». Эта идея предусматривает установку на трассе баннеров с изображениями воевавших земляков, подобных тем, что уже появились на улицах города. Виктор Константинов призвал руководителей всех предприятий области присоединиться к реализации проекта.

А еще завод выпустил ко дню 70-летия Великой Победы сборник, названный

строкой Михаила Ножкина «Под Ржевом и ночью и днем не смолкали сраженья...». Сборник тиражом 500 экземпляров был задуман как разноплановый и вместил в себя четыре раздела. Первый – это художественное творчество: трогательный, щемящий рассказ Елизаветы Чернявской «Помни, Алка!» о судьбах воинских захоронений на территории Ржевского района, судьбах семей, потерявших на войне самых дорогих людей. Во втором разделе содержатся данные о ржевитянах, удостоенных орденов за заслуги в Великой Отечественной войне, а также имеются описания наград, что, несомненно, будет полезно не только широкому кругу читателей, но и юным историкам и краеведам.

Третья часть составлена из лучших работ ржевских школьников, написанных на конкурс сочинений «Моя семья в истории Великой Отечественной войны». Уче-

ники, от самых маленьких, второклассников, до выпускников, бережно собирали крупицы знаний о своих предках, чтобы поделиться ими со своими сверстниками. Здесь представлены работы с хорошим дополнительным фотоматериалом. Раздел повествует о людях, которые воевали за свободу страны и гибли на фронтах, трудились на изнуряющих тыловых работах, совершали непревзойденные боевые и мирные трудовые подвиги. Данный материал будет интересен не только в качестве познавательного чтения, но и как объективные данные для краеведческой работы.

Несомненным украшением сборника стала научная работа сотрудника Тверского объединенного музея, известного исследователя истории Ржевской битвы Светланы Герасимовой, посвященная мемуарным воспоминаниям очевидцев



о приезде Сталина в Ржев в августе 1943 года. Эта работа предоставлена для сборника эксклюзивно, по просьбе предприятия.

Тема, связанная с визитом Генералиссимуса на фронт, объявлением даты первого салюта, является неоднозначной, вокруг нее ломают копья не только в историческом, но и в политическом контексте, особенно в последнее время. Текст Герасимовой выгодно отличается тем, что он не несет субъективно-эмоциональной окраски автора: в нем подобраны лишь воспоминания очевидцев, совершенно разносторонние. Собранные воедино, они дают максимально полную картину этого исторического события, и читатель может сделать свои выводы о его сути и значении.

В создании сборника принимали участие и сотрудники ОАО «Электромеханика», которые предоставили фотографии из частных архивов. Отдельно стоит отметить включенные в издание архивные фотографии из жизни самого предприятия, которое было переведено в Ржев сразу после войны. Старые здания цехов, жилые постройки, быт заводчан непростого послевоенного времени — все это отражено на старых фотографиях. Стоит отметить, что на снимках хорошо видно, в каких условиях начал работать в Ржеве п/я-80 (нынешняя «Электромеханика»).

Сборник выпущен предприятием ОАО «Электромеханика» с хорошим качеством печати на мелованной бумаге, и несомненно, станет отличным подарком всем любителям ржевской истории, истории ВОВ, местного краеведения, местным ветеранам, школьникам.

На ОАО «Электромеханика» сохранению истории всегда уделяют большое внимание. В Выставочном центре ОАО «Электромеханика», на первом этаже – зал боевой славы предприятия. Всю стену занимает список фамилий тех, кто



ушел на фронт с завода или, отслужив, пришел сюда работать. Список сотрудников ОАО «Электромеханика» под надписью «Они сражались за Родину» насчитывает 427 фамилий. Их и было столько. Сегодня в живых из тех участников Великой Отечественной войны – всего 12. Генеральный директор предприятия Виктор Константинов недавно выступил с инициативой издать фотоальбом «Война глазами ржевитян», куда могут войти любые фотоматериалы (в том числе и фото оккупированного Ржева), фронтовые письма. Чтобы помнили мы, наши дети и внуки о том, какой ценой досталась нам та Победа...какой ценой был сохранен наш город. Предприятие публично через СМИ обратилось к жителям города и района с просьбой помочь в предоставлении любых материалов, и особо подчеркивалось то,

что все материалы будут обязательно возвращены владельцам, а фотографии плохого качества специалисты восстановят и отцифруют – это поможет хранить их для будущих поколений как можно дольше. Ведь с каждой памятной датой события Великой Отечественной войны уходят от нас все дальше во времени. И сохранение исторической памяти о военных событиях, о подвиге советского народа, о героях, приблизивших победу, о тех страшных днях и череде преодолений, через которые прошла страна – одна из важнейших задач сегодня. Чтобы завтра наши с вами дети знали эти события. Чтобы помнили. Ветераны уходят. А кадры хроник, страницы газет и книг, где изложены записанные кем-то воспоминания и с фотографий смотрят люди, которых давно нет в живых – останутся.



Председатель ржевского совета ветеранов войны и вооруженных сил Евгений Книга



РОССИЯНЕ ЧЕРЕЗ ТРИ ГОДА ПОЛЕТЯТ НА НОВОМ САМОЛЕТЕ

О новинках авиапрома рассказал бывший заместитель министра промышленности и торговли, а ныне президент Объединённой авиастроительной корпорации Юрий Слюсарь.

– Юрий Борисович, что ждет наш авиапром в этом году? Какие ожидаются знаковые события?

– 2015 год будет богат на события. С нетерпением ожидаем изготовления первого летного экземпляра нового российского ближне-среднемагистрального гражданского самолета МС-21. Это должно произойти в декабре. Конечно, будем продолжать продвигать на глобальный рынок отечественный региональный самолет «Sukhoi Superjet 100».

Будем сертифицировать новые многоцелевые вертолеты Ми-38 и Ми-171А2. Программы испытаний этих вертолетов должны завершиться в 2015 – к началу 2016 года, после чего мы сможем начать их серийное производство. Сейчас проводятся летные испытания четвертого предсерийного опытного образца Ми-38 и уже начата сборка фюзеляжа первой серийной машины.

Средний вертолет Ми-171А2 – одна из самых ожидаемых новинок российского вертолетостроения, машина идет на замену популярного во всем мире Ми-8, но это будет более современный, более эффективный и более экономичный вертолет. Покупатели и эксплуатанты любят Ми-8 за простоту, дешевизну. Важно эти плюсы сохранить, но сделать продукт соответствующим современным запросам. А если мы сделаем дорогой, «навороченный», очень слишком сложный в эксплуатации вертолет, то старых покупателей растеряем, но новых, скорее всего, не приобретем.

Предстоит совместная работа с китайскими партнерами по разработке широкофюзеляжного дальнемагистрального самолета. В этом году хотим перейти от концептуальных разработок к оформлению эскизно-технической документации.

– А когда на борт МС-21 поднимутся первые пассажиры?

– Пассажирские перевозки начнутся в 2018 году. МС-21 – приоритетный проект в гражданской авиации, мы рассматриваем его как локомотив передовых технологических новинок в аэродинамике, двигателестроении, бортовых системах. По своим летно-техническим характеристикам, комфорту и, что очень важно, экономическим показателям, самолет превзойдет своих конкурентов, будет более эффективным, даже чем те модернизированные варианты зарубежных авиакомпаний, которые еще

только готовятся к серийному производству. В нашем самолете – новые весовые характеристики, технология изготовления крыла из легких и прочных композитных материалов. Комфорт пассажиров обеспечивают более широкие проходы в салоне, что позволит увеличить скорость пассажирских потоков при посадке и высадке. Только благодаря высокой оборачиваемости воздушного судна на аэродроме выигрыш перевозчиков сможет достигать порядка двух миллионов долларов за год эксплуатации. В салоне емкие полки, которые позволят разместить больше ручной клади. Давление воздуха в полете будет ближе к привычному, больше размер окон. С точки зрения комфортабельности, эргономичности – очень интересная машина. Но самое главное – самолеты семейства МС-21 с их вместимостью от 130 до 211 пассажиров нацелены на самую массовую нишу авиaperевозок, в которой сегодня в основном и работают зарубежные лайнеры. Самолет будет соперничать с Boeing-737 и Airbus A320.

– Укладывается в график?

– Да. Первый летный образец самолета будет готов в конце 2015 года. Первый полет намечен на 2016 год. Сертификат Межгосударственного авиационного комитета, подводящий итог испытаниям, должен быть получен в конце 2017 – начале 2018 года. Далее – поставки клиентам. По графику идет и работа по двигателю ПД-14, который, помимо установки на МС-21, станет основой большого семейства двигателей различного назначения.

– Какова доля отечественных компонентов в этом самолете?

– К началу серийного производства она составит более 50 процентов. Остальное делается нашими зарубежными партнерами, и они выполняют свои обязательства. Мы будем со временем увеличивать долю российских комплектующих. В то же время, международное сотрудничество в гражданском авиастроении – явление закономерное и всегда носит взаимовыгодный характер. Кстати, российские высокотехнологичные компоненты сегодня устанавливаются и на многих новых зарубежных лайнерах, включая Boeing и Airbus.



ПУТИН: РОССИЯ ПОЛУЧИТ 100-120 КОНТРАКТОВ НА САМОЛЕТЫ МС-21

Россия может рассчитывать на 100-120 контрактов на производство пассажирских самолетов МС-21 после 2017 года. Об этом во время «прямой линии» сказал президент Владимир Путин.

МС-21, по словам главы государства, очень перспективная машина.

– Мы уже сегодня имеем 100-120 так называемых мягких контрактов, то есть тех, которые подписывают до получения соответствующих сертификатов, – уточнил Владимир Путин – К 2017 году сертификаты уже будут получены и эти мягкие контракты естественным образом перетекут в так называемые жесткие контракты уже с сертификацией.

Глава государства пояснил, что эти самолеты заказывают в первую очередь российские компании. Но заявки от иностранцев также поступают. «Я исхожу из того, что эта работа будем вестись ритмично, и никаких сбоев в деятельности мы не допустим», – заверил Путин.

Президент напомнил, что Иркутский авиазавод также выпускает истребители Су-30 и учебные самолеты Як-130:

– На ближайшие 2-3 года портфель заказов полностью укомплектован, дальше будет разговор о новых заказах, может быть, на новые машины, боевые, – сказал Путин.

Первый полет российского самолета МС-21 состоится во втором квартале 2016 года.

– Первый полет мы планируем где-то с апреля 2016 года до середины года – вот в этом промежутке мы рассчитываем, что первый самолет уже поднимется в воздух, – заявил вице-премьер Дмитрий Рогозин на совещании у главы правительства Дмитрия Медведева. По его словам, за счет использования новых композитных материалов и сплавов удалось резко снизить массу будущего самолета, поэтому по эксплуатационным затратам он будет на 13-15 процентов эффективнее, чем зарубежные аналоги.



ДВИГАТЕЛИ ДЛЯ МС-21

Выкатка первого опытного экземпляра нового ближнесреднемагистрального самолета МС-21 запланирована на декабрь текущего года. Очевидно, что к этому моменту у самолета должны быть двигатели.

Проект создания МС-21 изначально предполагал наличие двух альтернативных силовых установок — с российскими двигателями ПД-14 или американскими Pratt & Whitney PW1400G. Работа идет параллельно над обоими проектами.

В феврале глава Объединенной двигателестроительной корпорации (ОДК, входит в состав госкорпорации «Ростех») Владислав Масалов сообщил на выставке в Бангалоре, что в настоящее время изготовлено уже семь опытных двигателей ПД-14, которые проходят испытания. По его словам, на первое

полугодие запланированы испытания на летающей лаборатории и на высотном стенде Центрального института авиационного моторостроения (ЦИАМ). Кроме того, в текущем году будут собраны еще четыре опытных двигателя.

Одновременно с программой испытаний идет освоение серийного производства нового двигателя. В январе на Пермском моторном заводе (ПМЗ), где оно будет развернуто, был впервые полностью собран газогенератор двигателя ПД-14. На ПМЗ для него была изготовлена статорная часть компрессора высокого давления, камера сгорания и турбина высокого давления; Уфимское моторостроительное производственное объединение (УМПО) поставило разделительный корпус из титанового сплава и ротор компрессора высокого давления, а НПЦГ «Салют» — центральный привод. Кроме упомянутых предприятий в кооперации по изготовлению нового двигателя задействованы пермские компании «Авиадвигатель» и «СТАР», рыбинское НПО «Сатурн», «Металлист-Самара» и др.

Собранный и отбалансированный газогенератор был отправлен в компанию «Авиадвигатель» для дальнейших инженерных испытаний. Планируется, что всего в опытной партии изготовлено не менее 18 двигателей для сертификации ПД-14 и самолета МС-21.

Основная особенность ПД-14 — применение унифицированного компактного газогенератора, позволяющего создать целое семейство авиационных двигателей, в частности ПД-14 с тягой 14,0 т для МС-21-300 и ПД-14А с тягой 12,5 т для МС-21-200, а также промышленные газотурбинные установки. Кроме того, на двигателе используются относительно легкий бесплощный вентилятор, ширококордные титановые лопатки, моноколеса (блиски) и сварная секция в роторе компрессора высокого давления, малоэмиссионная камера сгорания из интерметаллидного сплава, монокристаллические лопатки турбины высокого давления с перспективной системой охлаждения, керамические покрытия на деталях горячей части, полые лопатки турбины низкого давления, композитная мотогондола. По словам генерального конструктора пермского КБ «Авиадвигатель» Александра Иноземцева, для успешного завершения процесса создания двигателя ПД-14 требуется решение еще ряда задач, в частности предотвращение обледенения носка воздухозаборника, обеспечение непробиваемости корпуса вентилятора при ударно-волновом нагружении, сопряженное аэродинамическое и тепловое проектирование лопаток турбин, оптимизация обводов мотогондолы.

Продолжается и активная работа по двигателю PW1400G с редукторным приводом турбовентилятора (он входит в семейство двигателей PW1000G, модификации которых применяются для самолетов Airbus A320NEO и Bombardier CS300), однако компания Pratt & Whitney дает весьма немногословные комментарии на эту тему. По ее информации, работы идут по графику, так что Pratt & Whitney обеспечит поставку двигателей с требуемыми характеристиками в нужные сроки, чтобы обеспечить выкатку первого МС-21 в заявленное время.

Сегодня идут испытания PW1400G. В компании Pratt & Whitney не раскрывают подробности результатов испытаний, но говорят, что полученные характеристики соответствуют заданным либо даже превосходят их. Кроме того, в Pratt & Whitney идет подготовка к серийному производству двигателей, чтобы обеспечить их поставки заказчику в требуемые сроки.

«МЫ ЗНАЕМ, ЧТО ШЕФЫ ВСЕГДА НАМ ПОМОГУТ»

В прошлом году старейшая школа города Ржева отметила свое 140-летие. Это средняя школа № 4, богатая своей историей и традициями. Одной из замечательных традиций учебного заведения является шефская помощь со стороны ОАО «Электромеханика» – предприятия, многие из сегодняшних работников которого получали начальное и среднее образование как раз в стенах этой школы.



Поддержка заводом учебного заведения продолжается уже больше полувека – она не прекращалась и тогда, когда большинство предприятий под давлением экономических условий или позиции руководства отказывались от какой бы то ни было социальной нагрузки. Безусловно, шефской помощи когда-то требовалось больше, когда-то меньше, но педагогический коллектив всегда ощущал эту поддержку.

– Наш кабинет начальных классов

«Электромеханика» отремонтировала полностью, – говорит, на минуту отвлечшись от своих шумных первоклашек, в данный момент занятых поделками из бумаги, учитель Жанна Терентьевна Тоболина. – Это помещение было проблемным, постоянно сырела одна стена, наилучшим выходом стало ее утеплить. Остальные выровняли, оштукатурили и покрасили – все силами ОАО «Электромеханика». Когда вступил в силу запрет использовать в учебных заведениях обои, надо предста-

вить, какой это стало финансовой нагрузкой для школ. Без помощи предприятия нам было бы не обойтись – и «Электромеханика» ее оказала. Как оказывает каждый год, когда мы готовим классы к новому учебному году, выделяя необходимые материалы для ремонта. А еще очень отрадно получать поздравления к праздникам. День учителя, 8 марта, окончание учебного года и начало нового – представители предприятия не забывают о нас и обязательно находят время посетить.

Окна второго этажа – как раз тех классов, где занимается начальная школа – на фасаде выделяются сразу. Они новые, пластиковые, установленные с непосредственным участием ОАО «Электромеханика». В кабинетах сразу стало и светлее, и теплее, и тише. Пройдя по зданию, выходим во двор и вдоль аллеи из старых тополей направляемся на детскую площадку. Эти тополя – отдельный разговор.

– В будущем мы мечтаем их заменить на другие культуры деревьев, – поясняет молодой директор школы Николай Громов. Николай Викторович на этой должности меньше трех лет, но и за это время может перечислить немало школьных дел, в которых помогли шефы. – Пока же руки до полной замены аллеи не дошли, ежегодно опиливаем старые ветки, чтобы они не падали от ветра, и вывозим. Своими силами это сделать бы не удалось – у образовательного учреждения нет для таких работ ни техники, ни специалистов. Помогает завод. А еще один-два раза в год мы просим грейдировать дорогу вокруг школы, отказа не получали ни разу.

Дорога, которая идет вдоль всего школьного забора по кругу, грунтовая, а значит, без выравнивания она быстро становилась бы совсем непроезжей.

По пути мы встречаем заместителя директора по хозяйственной части Ларису Галушку. Первое, о чем она вспоминает в ответ на наш вопрос по теме – это ремонт системы отопления несколько лет назад, в котором очень помог завод. В данный момент Лариса Владимировна руководит весенней уборкой территории.

– Уже идут весенние субботники, и начиная их, мы всегда знаем: нашими первыми помощниками будут заводчане, – говорит она. – Мешки для сбора мусо-



ра, инвентарь для уборки территории, машины, на которых собранное надо сразу вывозить – все это предоставляет «Электромеханика». Это настоящие хозяйственники – знаю, что свою территорию предприятие содержит образцово-показательно, и нам помочь возможности находит. Видите детскую площадку? «Паутинку» завод привез и поставил года два назад, чуть раньше установил качели, песок в песочницу привозит ежегодно.

На вместительных качелях-лодке как раз качалась детвора. Портфели, как водится, в сторонке – уроки закончились, а поиграть по пути домой еще хочется. Правда, завидев приближающегося директора, ребяташки тут же перебазиrowались на другой конец просторного двора (на всякий случай) и оттуда за нами

наблюдали, ожидая, когда мы уйдем и можно будет продолжить качаться. На этой площадке и взрослым приятно находиться: чисто, под ногами свежий песок, помимо турников, паутинок и других конструкций-«лазилок» для детей, тут же установлены две большие деревянные машины – их тоже сделала, установила и ярко покрасила «Электромеханика». И на боку ярко-красной пожарной машины – точно на такой же, как в Ржевском приюте, над которым тоже шефствует завод – логотип предприятия.

Едва мы отошли от площадки, на ней тут же зазвенели детские голоса. Удобное для игр и общения место не пустует.

Конечно, всем нам хотелось бы думать, что содержать школы полностью должно государство, и бюджетных денег

должно хватать с лихвой на любые потребности... В этом плане, как и во многих других, идеал пока недостижим. И именно поэтому помощь производственных предприятий не просто очень значима и ценна, а подчас жизненно необходима.

И о чем еще нельзя не сказать – это о том, что поддержка предприятием школы не всегда выражается в материальном эквиваленте. Несколько лет назад по воле местных реформаторов от образования 4-ю школу хотели закрыть. Этот вопрос считался практически решенным, и тогдашний заместитель главы города подумать не мог, что столкнется с таким сопротивлением. Против его инициативы выступили не только педагогический коллектив, родительский комитет и активисты из прилегающего района – на защиту школы готова была подняться общественность. Люди писали в администрацию, область, местные газеты... На стороне школы выступило и одно из самых сильных предприятий региона – ОАО «Электромеханика». Общими усилиями школу отстояли, а те самые реформаторы на своих местах проработали, надо сказать, весьма недолго.

А школа – стоит, как стояла. Работает. Живет своими ежедневными проблемами, в решении которых по мере сил помогает завод. И каждое утро двор и здание старейшей школы оглашаются звонкими детскими голосами – как пять, десять, пятьдесят и сто лет назад. История и традиции, старые и новые, среди которых и шефство, продолжают...



ПАТРИОТИЗМ БЕЗ ЛОЗУНГОВ И ФЛАГОВ

В № 3 нашего журнала, который вышел в свет в декабре 2014 года, мы рассказали о возвращении в Ржев любимого горожанами памятника Самолет. Миг-17, демонтированный в 2008-м и отреставрированный на авиаремонтном заводе, несколько лет ждал своего возвращения на прежнее место. И тогда пришло на помощь предприятие, которое постоянно уделяет внимание городскому благоустройству, активно содействует в решении местных проблем, а уж тем более – если дело касается памятных и исторически значимых мест.

В октябре прошлого года усилиями заводчан памятник был установлен. «Электромеханике» потребовалось для этого капитально, в течение месяца, отремонтировать его постамент, сделав его выше и неприступнее, а затем закрепить смонтированный Миг на привычном и вместе с тем обновленном месте. Он и в самом деле смотрится теперь по-новому, потому что руководство и коллектив предприятия не остановило работ.

Ранней весной, когда сошел снег, стало понятно, что территория нуждается в дальнейшем благоустройстве. Это красивейшее место всегда было любимо ржевтянами, значит, нужно сделать его еще и удобным, решили на заводе. И стали устанавливать там скамейки, изготовленные на «Электромеханике». Восемь скамеек под соснами были поставлены буквально за один день 10 апреля.

А в нескольких десятках метров от этого места расположен еще один символ Ржева – Обелиск Славы. Это главный военный мемориал города, памятник его освободителям от немецко-фашистских захватчиков, который с 1963 года стоит на гранитном постаменте, на территории древнего кремля, на кургане, на левом волжском берегу. У подножья монумента



находится могила неизвестного солдата, над которой горит вечный огонь. Рядом – могилы командиров, а также ржевских подпольщиков и партизан. Ежегодно в День Победы, а также в день освобождения Ржева у монумента проводятся праздничные торжественные церемонии.

На протяжении многих лет за территорией этого центрального военного мемориала ухаживает именно ОАО «Электромеханика» – и не только следит за чистотой, но и осуществляет различные ремонтные работы. В нынешнем, юбилейном году эти работы начались раньше обычного, параллельно с работами на Самолете бригада предприятия опиливала сухие деревья вокруг Обелиска.





Работы продолжались несколько дней: только сухих веток и другого собранного мусора за неделю было вывезено более двадцати машин! Затем пришло время других работ: заводчане привезли на место сварочный аппарат и доски и отремонтировали все скамейки возле

Обелиска. А потом посадили взамен спиленных деревьев саженцы новых... Работы по благоустройству на этом не завершились, напротив, перечисленное стало только началом большого дела!

25 апреля с 9 утра начался запланированный субботник у памятника Само-



лет. Несколькими днями раньше высокий склон реки Холынка, расположенный прямо напротив памятника, который еще в прошлом году был полностью скрыт старыми, наполовину сухими деревьями, стали очищать для новой посадки. Растаскивали оставшийся бурелом, подвозили плодородную почву и заново формировали оползший за три десятилетия склон вдоль улицы Разина. И началом субботника стала посадка деревьев на этом склоне.

У дороги был припаркован автобус с логотипом «Электромеханик» и большое количество машин – к заводчанам по ходу дела присоединялись депутаты Ржевской городской думы и просто активные люди, захотевшие приложить свои силы в таком приятном деле, как преобразование родного города. Вначале планировали посадить 70 сосен, пихт и лиственниц, но начав, решили в срочном порядке командировать водителей на питомник за новой партией саженцев. В итоге, завод закупил и высадил 140 молодых деревьев!

Внизу, прямо в самой пойме, шумели несколько бензопил: мужчины резали ветви и стволы деревьев, заваливших русло и берега плотным буреломом,





Начальник юридической службы Михаил Акиндинов

тут были и женщины, которые наравне с сильным полом оттаскивали спиленное и складывали в кучи, которые через час уже превышали человеческий рост. Уже к полудню территория просветлела, но народ расходиться не спешил. Лишь после 15 часов этого погожего и плодотворного дня потрудившиеся на славу люди покинули это место. Уходя, с удовлетворением оглядывались назад: местность полностью преобразилась. Стало видно, как причудливо изгибается Холынка, как течение омывает берега, уже не заваленные старыми деревьями, и как зеленеют на склоне свежесаживаемые сосны... Стал виден и металлический пешеходный мостик через речушку, сделанный много лет назад и тоже на «Электромеханике». Вот только лесенка на него не сохранилась, и это было неудобно. Поэтому через несколько дней заводчане снова пришли сюда – чтобы приварить к мостику новую крепкую лесенку с перилами. Теперь ходить здесь стало намного удобнее...

Приведённая в порядок местность дала толчок появлению у руководства предприятия новой идеи: почему бы не воссоздать на этом месте «сюжет» од-

ного из боёв за город, разместив своего рода постоянно действующую экспозицию под открытым небом? Установить, вдобавок к самолёту, другую военную технику в низине, соорудить там дзот или дот... В общем, сделать действительно привлекательное место, которое было бы интересно посетить не только гостям города, но и самим ржевителям, и это было бы полезно не только для отдыха, но и для сохранения военной истории для подрастающего поколения.

... В чем заключается настоящий патриотизм? Совсем не в громких лозунгах, а в таких вот ежедневных, может быть с первого взгляда и не совсем заметных, но безусловно важных и нужных делах. Зная о том вкладе, который постоянно делает для города и района «Электромеханика», можно с уверенностью утверждать: предприятием руководят и трудятся на нем настоящие патриоты. Поставить скамейки, подсыпать дорожки, даже протянуть уличное освещение не только вблизи заводской проходной, но и за сотни метров от нее – это ли не патриотизм? По Заводскому шоссе – улице, ведущей к ОАО «Электромеханика», по которой его

работники идут и едут ежедневно, руководство завода, не дожидаясь, когда до этого дойдут руки у городских властей, своими силами решает проблему уличного освещения, протягивая провода и устанавливая светильники.

И на территории Ржевского района есть немало воинских захоронений, над которыми шефствует «Электромеханика», обновляя памятники и ухаживая за территорией. Сейчас на заводе по просьбе районного руководства изготавливают несколько плит для мемориала в Полунино – там, в районе деревни, где ожесточенные бои за «высоту 200», в братской могиле захоронено более 10 тысяч погибших воинов! Шефствуют заводчане над воинскими захоронениями, расположенными в деревнях Кокошилово и Гнилёво.

... «Никто не забыт, ничто не забыто» – надпись над списком воевавших заводчан в музее воинской славы предприятия. И это не просто слова, а принцип, с которым «Электромеханика» живет и сегодня. Точно такой же принцип, как «В память о прошлом работать в настоящем во имя будущего».



«Практическое применение математической модели»: за работой заместитель технического директора Юрий Соколов и главный конструктор Максим Комаров



Генеральный директор Виктор Константинов



Заместитель генерального директора Роман Крылов



Начальник механического производства Геннадий Струнин, главный энергетик Александр Трофимов и главный технолог Валерий Кононов

ЛЕТЧИЦА ИЗ СЕРБИИ, ПАТРИОТ РОССИИ

21 апреля в Ржев приехала военная летчица, журналист, профессор, переводчица Радмила Тонкович. Удивительная женщина, прекрасно говорящая по-русски и знающая мировую (и, в частности, российскую) историю поистине энциклопедически. В этот же день Радмила Дмитриевна побывала в гостях на заводе «Электромеханика». Ее сопровождали глава города Вадим Родивилов и советник губернатора Галина Мешкова.

Визит на предприятие, непосредственным образом связанное с авиацией, впечатлил Тонкович – в Выставочном центре ОАО «Электромеханика» она сразу пожелала сфотографироваться с моделью самолета, с интересом осмотрела экспозицию. Генеральный директор предприятия Виктор Константинов вручил Радмиле Тонкович памятную медаль предприятия и другую сувенирную продукцию. Он рассказал госте об истории ржевской промышленности в целом и ОАО «Электромеханика» в частности, далее разговор, который длился более двух часов, затрагивал исторические, экономические и политические темы, в которых и Тонкович, и Константинов ориентируются блестяще. Виктор Вениаминович напомнил, что первые частотные приборы производила именно Югославия, откуда Тонкович родом, она, в свою очередь, резюмировала: «Посетив ваше предприятие, я еще раз убедилась, что Россия на правильном пути».





Генеральному директору
открытого акционерного общества
«Электромеханика»
В.В. Константинову

Уважаемый Виктор Вениаминович!

Примите мои искренние слова благодарности за активное участие ОАО «Электромеханика» в подготовке и проведении регионального этапа Всероссийского конкурса «Инженер года».

Талантливые специалисты всегда были и остаются движущей силой для внедрения новейших научных разработок и генерации достижений в производственной сфере. Благодаря профессионализму и компетентности инженерно-технических работников ваше предприятие применяет современные технологии, повышает конкурентоспособность продукции.

На протяжении многих лет возглавляемый Вами коллектив вносит весомый вклад в развитие промышленности Тверской области. Постоянное участие предприятия в региональном этапе конкурса «Инженер года» способствует популяризации технических профессий, росту мастерства специалистов, укреплению репутации инженерной элиты Верхневолжья.

Уверен, что компетентность и верность лучшим производственным традициям будут и в дальнейшем способствовать созидательной работе вашего коллектива на благо тверского региона и всей России.

От души желаю Вам и всем сотрудникам ОАО «Электромеханика» неиссякаемой энергии, вдохновения, новых достижений и творческих успехов.

Губернатор
Тверской области



А.В. Шевелев

15 апреля 2015 года