



Научно–технический журнал

ЭЛЕКТРОМЕХАНИК

№17 | ноябрь 2019 | www.el-mech.ru

БУДУЩЕЕ ПРИНАДЛЕЖИТ ТЕМ, КТО ЕГО СОЗДАЕТ

**ОБ ОСОБЕННОСТЯХ МОНТАЖА,
ПУСКО-НАЛАДОЧНЫХ
РАБОТ И ЭКСПЛУАТАЦИИ
УСТАНОВКИ ЭКУ-Н
для пайки и термообработки
сборочных единиц жидкостных
ракетных двигателей (ЖРД)**



**МОЛОДОСТЬ
И ОПЫТ**



**МАСТЕР
СВОЕГО ДЕЛА**



ЗАПЛЫВ В ДЕНЬ ЗНАНИЙ

ЮБИЛЕЙ «ЭЛЕКТРОМЕХАНИКИ»



Подходит к завершению очередной год – год получения новых знаний и опыта, год освоения новых технологий и расширения сотрудничества, год научно-технических достижений и внедрения новых средств производства, год открытий и работы над ошибками.

Он сделал всех нас умнее, сильнее и решительнее. Он раздвинул наши границы и дал нам смелости смотреть дальше и уверенно идти в будущее.

Для ПАО «Электромеханика» 2019 год был годом юбилея – предприятию исполнилось 80 лет. Каждая дата – это своего рода рубеж, позволяющий с почтением взглянуть на то, какими мы были, с гордостью зафиксировать то, какими мы стали, и определить то, какими мы хотим стать и что для этого нужно сделать.

В современном мире активность – неперенное условие существования.

А чтобы развиваться, нужно работать еще интенсивнее, быстрее принимать решения и амбициознее, на шаг вперед, думать. Мы это умеем, благодаря чему у «Электромеханики» сегодня есть востребованная и узнаваемая продукция,

имидж надежного партнера и поставщика уникального оборудования, высокотехнологичные разработки, которые будут востребованы и завтра.

В нынешнем году у нас появились новые партнеры и укрепилась стабильные давние связи с предприятиями в России и за рубежом.

В активную стадию вступил прогрессивный и масштабный государственный проект, осуществляемый «Электромеханикой» за тысячи километров от Ржева – в Красноярске. Сегодня, когда верстается этот журнал, туда и еще во многие города России ежедневно уходят с нашего предприятия большегрузы с продукцией ПАО «Электромеханики».

Мы укрепили международное сотрудничество и представили свои компетенции на нескольких специализированных выставках мирового уровня. При этом, глобализация деятельности не заставляет нас забыть о родном городе: ПАО «Электромеханика», как и прежде, активно помогает в решении насущных проблем организациям и жителям Ржева. Наиболее заметным проектом нынешнего года стал новый пешеходный мост через Холынку и благоустройство ее берегов. Представители предприятия вошли в новый состав городской Думы.

В грядущий год, который для ПАО «Электромеханика» станет 81-м годом плодотворной работы, мы смотрим уверенно и делаем еще один твердый шаг. Будущее за теми, кто создает его сам.

**Уважаемые читатели журнала «Электромеханика»,
дорогие друзья, коллеги, партнеры!**

Пусть наступающий год будет для нас с вами успешным! Желаем вам уверенности в завтрашнем дне, востребованности и новых достижений, мирного неба над головой и верных друзей-единомышленников! Здоровья, благополучия и Божией помощи!

С Новым годом и Рождеством Христовым!

Редакционная коллегия журнала «Электромеханика»



С ДНЕМ РОЖДЕНИЯ «ЭЛЕКТРОМЕХАНИКИ», РЖЕВ!

Восьмидесятилетие ПАО «Электромеханика», одного из крупнейших предприятий Ржева, стало настоящим общегородским праздником – с подарками, сюрпризами, зрелищами, музыкой. В этот день завод посетили многочисленные гости – они шли через пешеходную проходную, приезжали на автобусах и автомобилях и даже приземлялись на вертолетную площадку, расположенную на его территории. Предприятие было готово к такому вниманию, гостеприимно принимало повышенный к себе интерес и демонстрировало тем, кто пришел разделить с ним праздник, свою ухоженную территорию, просторные цеха, свою уникальную продукцию и другие достижения.

ТЕРРИТОРИЯ ПРАЗДНИКА

Юбилейный день рождения завода пришелся на понедельник. Будний день, большая часть горожан на работе, пенсионеры на дачах, малыши в детсадах... Но все городские газеты и популярные группы в социальных сетях оповестили Ржев и район о том, что по случаю юбилея одного из крупнейших местных предприятий будет большой праздник. В его рамках запланирована торжественная часть с поздравлениями официальных лиц и награждением заслуженных работников, празднично-развлекательная программа, в ходе которой детей и взрослых ждут аттракционы, батуты, мастер-классы, будет работать передвижная обсерватория, желающие смогут посетить производственные помещения, погулять по территории, получить сувенирную продукцию с символикой предприятия, для гостей выступят тверские артисты и приглашенная «звезда»

– словом, почти второй День города... И люди стали менять свои планы и даже брать на этот день отгулы на работе.

Еще задолго до полудня, когда открылась для всех желающих пешеходная проходная завода, по Заводскому шоссе был виден поток нарядно одетых людей, спешащих на праздник. А уже в начале первого на стоянке возле проходной яблочку было негде упасть: машины стояли не только на парковочной площадке, но и по обочинам дороги. Через проходную на территорию праздника шли люди всех возрастов, навстречу им несла музыка муниципального духового оркестра.

Как и обещали организаторы, в парке возле корпусов завода, рядом с Самолетом и Выставочным центром, были разбиты торговые и сувенирные палатки, для детей работали палатки с сувенирами, аква-гримом, мастер-классами по росписи и рисованию, были установлены батуты, карусели и качели. Рядом дыми-



лись мангалы передвижной шашлычной и можно было, устроившись за одним из столиков под навесом, пообедать и вновь вернуться на праздник.

Чуть ниже, рядом с административным зданием «Электромеханики», на месте демонтированного старого корпуса издавала было видно несколько больших и ярких детских площадок. Это – выставка продукции нового предприятия «Профсистема», которое разместилось в соседнем цехе. Такие игровые комплексы уже устанавливают по всему городу в детских садах и дворах, как за счет госпрограмм, в которых «Профсистема» выступает подрядчиком, так и в рамках благотворительных инициатив двух предприятий. И поэтому факту наличия на территории высокотехнологичного завода таких вроде бы нетипичных сооружений вряд ли кто удивлялся.

Прогуливаясь, люди встречали старых знакомых, бывших коллег по предприятию. С удовольствием снимали на телефоны происходящее и сами фотографировались на фоне ярких заводских клумб, праздничных баннеров, в специальных фотозонах с заводской символикой и, конечно, возле знаменитой скульптуры оленей возле Выставочного центра. Старожилы помнят, что эта скульптура работы члена Союза художников РФ Анатолия Бурова когда-то была установлена на Заводском шоссе возле профлактория.

Но ещё раньше, чем открылась для гостей пешеходная проходная предприятия, на территории приземлился вертолет с высокими гостями. Поздравить «Электромеханику» и её сотрудников прибыл заместитель министра промышленности и торговли Российской Федерации Василий Осмаков и руководитель департамента станкостроения и инвестиционного машиностроения Михаил Иванов.

С полудня и до 14-00, когда стартовала официальная часть праздника, горожане и гости под музыку муниципального духового оркестра гуляли по заводу. У них была возможность увидеть не только цветущую всеми сортами роз ухоженную территорию предприятия, но и посетить производственные помещения, чем многие и воспользовались.

Сами цеха были пустыми: в день рождения предприятия руководство устроило выходной день для своих сотрудников (разумеется, за исключением тех немалочисленных, кто был занят в организации праздника).

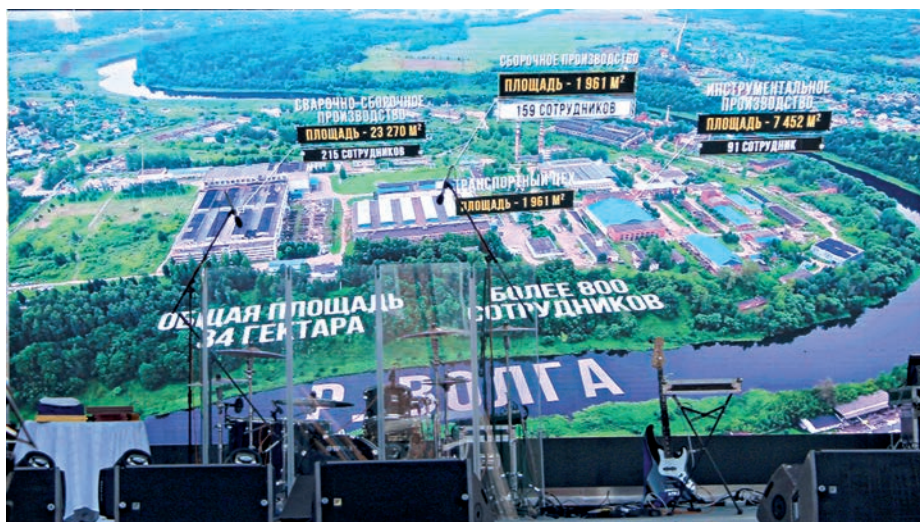
С ДНЕМ РОЖДЕНИЯ!

А в 14 часов духовая музыка смолкла и всё действие переместилось на сцену с большим модульным задником-экраном, где дублировалось все происходящее. Кстати, и сама сцена, и трибуны на этот раз были крытыми на случай дождя. Однако получилось наоборот: навесы стали единственной защитой от палящего солнца. Погода расщедрилась, не только очистив в небо от туч, но и устроив настоящий жаркий солнечный день, от каких наши широты за это лето уже успели отвыкнуть.

Праздничную торжественную церемонию вёл, как и 5 лет назад, на 75-летию завода, тверской актер Тарас Кузьмин, которого многие знают не только как яркого конферансье и актера драматического театра, но по ролям в популярных сериалах центральных каналов ТВ. Его соведущей была актриса и певица Ксения Артемович. поприветствовав гостей праздника, Тарас предоставил первое слово генеральному директору «Электромеханики» Виктору Константинову.

Виктор Вениаминович поздравил с восьмидесятилетием завода работников и ветеранов, гостей праздника и коллег с предприятий-партнеров, поблагодарил заводчан за большой вклад в процветание родного предприятия, подчеркнув, что коллектив завода – самая главная его ценность.

– Я горд, что руковожу этим предприятием, – сказал генеральный директор. – Оно живет, гордится прошлым и, встречая 80-й день рождения, думает о будущем. Мы думаем о том, каким мы передадим завод следующему поколению, которое придет за нами, как когда-то нам передало его то поколение заводчан, которое приехало сюда на военных эшелонах, чтобы создать предприятие и помогать восстанавливать город. «Электромеханика» прошла очень много этапов. Ее история сложилась из больших и малых открытий и достижений, из само-



отверженного труда целых поколений заводчан, вобрала в себя передовые технологии и достижения и оказала влияние на формирование сегодняшней научно-технической мощи России. Я искренне рад приветствовать здесь руководителей и представителей родственных нам предприятий, с которыми нас связывают долгие годы плодотворного сотрудничества. Я искренне рад многочисленным гостям, которые собрались сегодня на «Электромеханике». Сегодняшний день предприятия, его уровень, его технологии, его портфель заказов нас с вами ра-

дует. Даже погода сделала нам подарок: три дня шел дождь, мы тайне надеялись, что он перестанет хоть ненадолго – а он прекратился вовсе, и нашему празднику сопутствует яркий, теплый и солнечный день. Поздравляю вас с юбилеем, желаю здоровья, благополучия, всего самого доброго всем нам!

В течение торжественной церемонии генеральный директор поднимался на сцену не раз – и для того, чтобы получить подарки и награды, и для того, чтобы их вручить. Наград было много: министерских, региональных, несколькими



заслуженным работникам было присвоено звание Заслуженного работника «Электромеханики».

Поближе познакомиться с предприятием помогли не только экскурсии по производству, но и смонтированный специально к юбилейным торжествам фильм о ПАО «Электромеханика», продемонстрированный на большом экране в ходе официальной части. Перед зрителями предстал вчерашний и сегодняшний день завода, причем по замыслу авторов рассказывали о нем не только руководители подразделений, но и те, кому, быть может, предстоит трудиться здесь через несколько лет – дети работников «Электромеханики». Эти кадры не оставили равнодушных и помогли взглянуть на предприятие и его сотрудников непосредственными ребячьими глазами.

ПРЕДПРИЯТИЕ – ГОРДОСТЬ СТРАНЫ

Торжественная часть включала в себя и официальные поздравления высоких гостей, и музыкальные подарки от ведущих творческих коллективов и исполнителей Тверской области.

От имени губернатора Тверской области приветствие в адрес заводчан зачитал заместитель председателя областного правительства Артём Ажгиревич.

– Сегодня «Электромеханика» – это крупный научно-производственный комплекс, поставляющий продукцию в десятки стран мира, – говорилось в нем. – Высокий профессионализм коллектива, накопленный в использовании передовых технологий опыт позволяют заводу проектировать и изготавливать современное высокотехнологичное оборудование любой сложности, качество и надежность которого отмечены высокими наградами и подтверждены высочайшими стандартами. Предприятие вносит большой вклад в укрепление оборонно-промышленного потенциала нашей страны, в социально-экономическое развитие города воинской славы Ржева. Выражаю признательность коллективу и ветеранам за труд на благо Тверской области и всей России!

Не только самым значимым предприятием Ржева и одним из крупнейших в Тверской области назвал «Электромеха-

нику» Андрей Епишин, заместитель председателя Комитета Совета Федерации по бюджету и финансовым рынкам.

– Год назад я присутствовал на съезде авиапроизводителей в Казани, и мне было несказанно приятно услышать от руководства минпромторга РФ и первых лиц ПАО «Туполев» и Казанского авиационного завода слова благодарности в адрес ПАО «Электромеханика». Наше, тверское, ржевское предприятие сегодня является неотъемлемой частью ракетно-космической и авиационной отрасли России, – сказал Андрей Николаевич, и выразил слова благодарности за это всему коллективу и ветеранам завода.

– С днем рождения, «Электромеханика»! С днём рождения «Электромеханики», город Ржев! – Такими словами поздравил многочисленных сотрудников предприятия и еще более многочисленных его гостей председатель Законодательного собрания Тверской области Сергей Голубев. Он акцентировал внимание, что у завода в багаже – не только славная, богатая производственными достижениями история, но и традиционно большой вклад в развитие города Ржева и Тверской области. Предприятие активно участвует в социальной и общественной жизни, и потому представлено и в депутатском корпусе на региональном и местном уровне, чем оказывает еще большее влияние на его развитие.

Епископ Ржевский и Торопецкий Адриан подчеркнул: символично, что предприятие, которое так много делает для православной церкви, было образовано в Москве в здании бывшего храма у Никитских ворот, а свой день рождения отмечает в праздник Преображения Господня – может быть, именно поэтому оно с Божьей помощью выстояло в самые сложные годы и продолжает развиваться теперь.

Со сцены звучало много официальных, но от этого не менее сердечных поздравлений от высоких гостей праздника: исполняющего обязанности министра промышленности Тверской области Сергея Расторгуева, руководителей крупнейших в авиакосмической и двигателестроительной отрасли предприятий «ОДК-Сатурн», ОАО «Композит», «ЦИАМ им. П.И. Баранова», Ассоциации «Станко-





инструмент»...

– Восемьдесят лет для человека – серьезный возраст, для мира – это миг... Для Ржева «Электромеханика» – предприятие молодое. Но по тому вкладу, которое она вносит в его жизнь, по отзывам

от партнеров и клиентов, по количеству людей, которые здесь трудились – ей есть чем гордиться. Предприятие стало символом города, придя сюда в сложные годы и восстанавливаясь вместе с ним, символом города машиностроителей, симво-



лом сохранения костяка и потенциала в сложные 90-е, и символом возрождения и становления новой экономики. Мы много слышим с высоких трибун о прорывных технологиях. Никто точно не знает, что это такое. Но я точно знаю: мы заглянем в любой здесь цех, и увидим, что они там есть – те самые технологии, за которыми будущее нашей экономики и нашей страны, – сказал, поздравляя предприятие, глава города Вадим Родивилев.

Почетной грамотой губернатора Тверской области были награждены заместитель генерального директора ПАО «Электромеханика» по управлению активами и депутат Законодательного собрания Роман Крылов, сварщик Олег Морозов, и токарь механического производства Александр Таланов. За вклад в развитие промышленности РФ и многолетний добросовестный труд почетной грамотой Министерства промышленности были награждены ведущий инженер-технолог сварочно-сборочного производства Юрий Алексеевич Ладыгин и заместитель генерального директора ПАО «Электромеханика» по экономике Андрей Константинов. Техническому директору предприятия Валерию Дьякову, заместителю генерального директора по производству Николаю Чупятову, заместителю начальника Научно-технического центра Максиму Комарову, слесарю-электромонтажнику сборочного производства Анатолию Ортину объявлена благодарность Законодательного собрания Тверской области. За многолетний добросовестный труд, высокий профессионализм и значительный личный вклад в развитие промышленности Тверской области почетные грамоты и благодарности от регионального министерства промышленности и информационных технологий получили заместитель главного технолога НТЦ Виктор Громов, начальник сборочного участка Константин Румянцев и другие.

Официальные речи сменялись музыкальными подарками. Те, кто пришёл в этот день на территорию предприятия – иные даже отпросились ради этого с работы, – точно не пожалели. Это был своего рода День города в миниатюре, а концертные номера не только не уступали, но даже превосходили все ожидания. Праздничное настроение и отличную му-

зыку гостям праздника и юбилярам дарили арт-группа «Мелодия» и фолк-группа «Весна», шоу-балет «Фантазия», певица Светлана Королёва и Владимир Фёдоров, шоу-балет «Русский стиль» и вокальная группа «Артэль». А главным подарком, который организаторы до поры держали в тайне, стал приезд Стаса Пьехи. Певец вышел под бурные аплодисменты и честно отработал концерт без фонограммы, зажег публику, которая с удовольствием припопывала сидя, прихлопывала и подпевала в такт, а самые отважные вышли танцевать к самой сцене, а после окончания концерта ждали, чтобы сделать селфи со знаменитым артистом и взять автограф.



ПОДАРКИ ОТ ЮБИЛЯРА

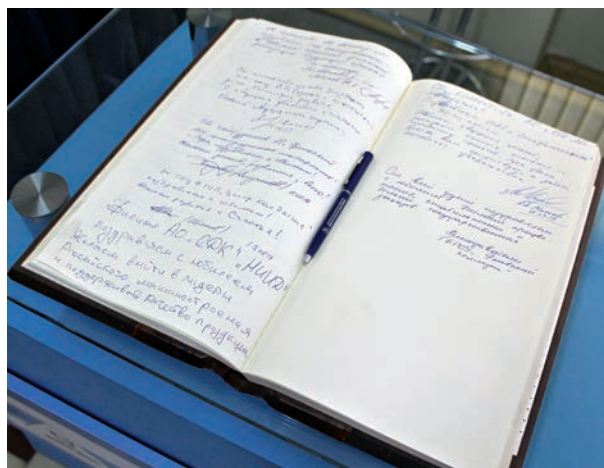
Но и это было еще не все. На день рождения принято приходить с подарками, а «Электромеханика» приготовила подарки для своих гостей. Каждому, кто входил на территорию, предлагалось бумажная кепочка от солнца с логотипом предприятия, а к ней – маленький лотерейный билет с номером. Розыгрыш ценных призов начался прямо перед концертом-сюрпризом и продолжился после его окончания.

Ведущий праздника, Тарас Кузьмин, позвал из зала ребенка, и маленькая смелая Соня с удовольствием крутила лототрон и вынимала билетики с выигрышными



номера. Таких призов уж точно никто не ждал: робот-пылесос, сотовый телефон, микроволновка, мультиварка и мелкая бытовая техника нашли своих обладателей. Лишь малая часть из них оказалась работниками «Электромеханика», остальные были гостями праздника.

И пусть повезло не всем, главное, что заводчане подарили всем, кто поделил с ними этот яркий солнечный день, хорошее настроение, яркие эмоции и добрую память о предприятии, для которого этот общегородской праздник стал еще вкладом в копилку добрых дел.



«ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА» ПРИНИМАЕТ ГОСТЕЙ

Ежегодная научно-техническая конференция «Специализированное оборудование для современных технологических процессов» традиционно проходит на предприятии «Электромеханика» в мае. Однако в нынешнем году, в связи с 80-м днем рождения предприятия, который отмечается 19 августа, ее перенесли ближе к юбилею. Она началась 15 августа и проходила два дня.



Символично, что первая после 11-летнего перерыва подобная конференция состоялась перед 75-летием завода, и с тех пор каждый год собирает все большее количество участников. В 2015 году шестьюдесятью участниками были представлены два десятка предприятий. В нынешнем тенденция несколько изменилась и в Ржев приехали порядка ста участников – представители сорока одного предприятия и научно-исследовательского центра, крупнейших в авиа-, двигателестроительной и ракетно-космической отрасли. Генеральный директор ПАО «Электромеханика» Виктор Константинов открыл конференцию, зачитав правительственную телеграмму губернатора Тверской области. Игорь Руденя поприветствовал организаторов и участников конференции, пожелал плодотворной работы и поблагодарил предприятие за большой вклад в развитие экономики.

Виктор Вениаминович, обращаясь к гостям «Электромеханики», отметил: сегодня машиностроение функционирует несколько по-другому, нежели два десятилетия назад. В связи с политико-экономическими пертурбациями видоизменилась и структура отраслей, и входящие в них предприятия. Если раньше научно-технические разработки в основном вели крупные отраслевые институты, то теперь – либо, реже, образовательные вузы, либо сами производители. И «Электромеханика», в структуре которой имеется собственный научно-технический центр – одна из таких предприятий.

– Хорошо это или плохо – покажет только время, – сказал генеральный директор, и продолжил, – в таких условиях общаться, держаться вместе, совместно работать над актуальными темами и искать наилучшие конструктивные решения очень важно. Мы с вами именно это и делаем. В этом зале я вижу и старых друзей, с которыми мы знакомы не один десяток лет, и новые лица. В списке докладов конференции много интересных и очень объемных тем, и данный формат нашей встречи позволит в первый день с ними ознакомиться, а во второй углубиться в тему на заседаниях, которые пройдут отдельно по каждому направлению и специализации.



Мы будем рады познакомить вас с нашими новыми разработками, которые дают нам право с уверенностью смотреть в завтрашний день и без ложной скромности осознавать, что мы способны справляться с задачами практически любой сложности и расширять свои компетенции, поэтому нам также интересно послушать всех вас.

И действительно, уже по программе конференции было видно: с презентациями научно-технических разработок выступают как сотрудники нашего ржевского предприятия, так и специалисты других крупнейших предприятий отрасли: ПАО «Туполев» (в том числе «Казанского ави-

ационного завода»), НПО «Энергомаш», ФГУП «ВИАМ»... Темами докладов стали цифровые технологии для проектирования и производства изделий для авиакосмической промышленности, оборудование для вакуумного литья металлов и сплавов, термической обработки, сварочного, испытательного оборудования.

Заместитель генерального директора по производству Николай Чупятов, один из команды молодых перспективных руководителей «Электромеханики», кстати, с недавнего времени – доктор технических наук, традиционно представляет на таких конференциях обзорный доклад по номенклатуре производимого

нашим предприятием оборудования, характеризуя каждое направление и более подробно останавливаясь на новых разработках.

На этот раз представлять новинки поручили докладчикам по специализированным темам, а доклад Чупятова был о цифровом проектировании, жизненном цикле изделий и новых технологиях как стратегии развития ПАО «Электромеханика». Хотя номенклатура выпускаемых предприятием высокотехнологичных установок для двигателе-, авиастроения и других отраслей растет и, как уточнил Николай Николаевич, происходит это по инициативе заказчиков.

Он особо подчеркнул, что разрабатываемое и производимое в ПАО «Электромеханика» технологическое оборудование позволяет создавать замкнутые производственные комплексы – это касается не только решения традиционных для отрасли производственных задач, но и аддитивных технологий. Причем современные внедряемые «Электромеханикой» системы управления предполагают интеграцию этих комплексов в производственные структуры, реализованные в парадигмах Индустрии 4.0, с полным сопровождением жизненного цикла технологического оборудования.

Начальник НТЦ Юрий Морозов продолжил тему цифровых технологий, а за этим последовал целый цикл презентаций оборудования для аддитивных технологий и гранульной металлургии, разработанного «Электромеханикой»: о разработке атомизера для получения порошка для реализации аддитивных технологий, организации участка гранульной металлургии... А Юрий Алексеевич Соколов, доктор технических наук, известный в отрасли ученый, в своем докладе о получении новых композиционных материалов на основе мультиаддитивных, гибридных и интеллектуальных технологий провел параллели с мировой живописью. Удивительно было видеть на одних и тех же слайдах описание технологических процессов, проиллюстрированные картинами Ван Гога. К продуктам названных технологий он отнес не только новые материалы и детали сложной геометрической формы, но и «умные» изделия, в которые внедрены датчики, исполнительные

механизмы, вычислительные устройства обработки информации, благодаря чему изделие способно передавать и обрабатывать информацию. Юрий Алексеевич рассказал также о новой технологии бесконтактного холодного аэрозольного нанесения из сверхзвуковой струи порошков заданного химического состава в вакууме, она позволяет создавать непосредственно в изделии слои любых материалов, которые смогут выполнять самые различные функции. Например, по всей длине крыла самолета таким образом были «напечатаны» датчики льда, которые срабатывали и включали антиобледенительную систему нагрева; на искусственном суставе – керамическое покрытие для износостойкости и отсутствия реакции с живой тканью... Области применения таких технологий практически неисчерпаемы, и то, что разрабатывают их в Ржеве, просто удивительно. Юрий Алексеевич много говорил о внедрении в промышленность искусственного интеллекта, а под конец доклада привел в качестве примера внедрения нейронных сетей портрет Эдмонда Белами, созданный искусственным интеллектом.

Читателям нашего журнала мы представляем возможность ознакомиться с некоторыми из докладов. Так, в этом номере опубликован доклад начальника НТЦ Юрия Морозова о цифровых двойниках, и часть обширной презентации Юрия Соколова, посвященная синтезу умных изделий на базе мультиаддитивных технологий – в следующем номере эта тема будет продолжена.

Целый раздел конференции был посвящен отечественным (то есть производства «Электромеханики») установкам для вакуумного литья металлов и сплавов, термической обработки и сварки. Второе название этого раздела звучало как «Импортозамещение» не случайно: производимые предприятием единицы оборудования большей частью не имеют аналогов в России, а по своим характеристикам превосходят зарубежные. Именно такую задачу ставят перед ржевскими разработчиками заказчики.

На прошлогодней конференции для обсуждения путей решения задачи упрочнения поверхностей деталей самолетов, производимых ПАО «Туполев», специа-



листы авиахолдинга много совещались с представителями «Электромеханики». В нынешнем году главный технолог «Туполева» Сергей Тепаев привез техническое задание на разработку «Электромеханикой» комплекса для дробеструйного упрочнения. А ведущий инженер-конструктор НТЦ «Электромеханики» Сергей Гусев обрисовал то, как уже видят решение этой проблемы ржевские специалисты. Причем комплекс, проектируемый по заказу ПАО «Туполев», будет существенно отличаться от предыдущих российских установок с подобным функционалом – это будет не несколько несвязанных установок, каждая для отдельной технологической операции, как было ранее, а полностью автоматизированная линия с современной системой управления и программным обеспечением.

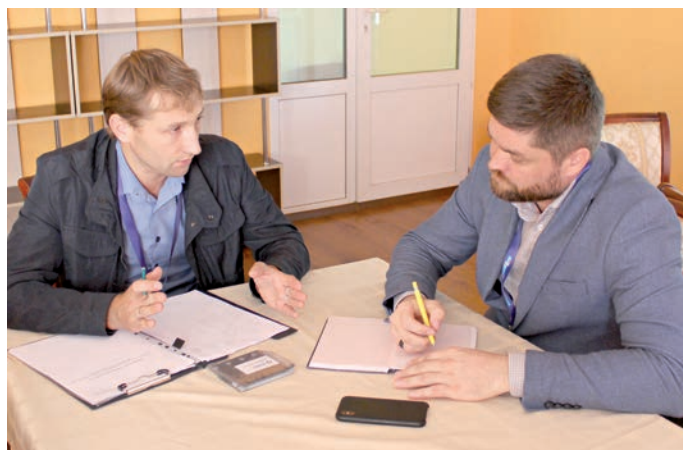
Успешную реализацию «Электромеханикой» масштабной задачи для «Казанского авиационного завода» можно наблюдать на примере модернизации

крупнейшей в России вакуумной печи для термообработки и отжига крупногабаритных деталей сложной конфигурации из титановых сплавов. Причем технология, сказал главный сварщик КАЗ Ринат Хамматов, была полностью утеряна в постсоветские годы, и ржевские гении с казанскими специалистами создали ее заново. Печь УВН была запущена два года назад в рамках реализации государственной задачи по возобновлению выпуска самолета «Белый лебедь».

В прошлом же году на «Электромеханике» по заказу НПО «Энергомаш» изготовили установку ЭКУ-Н для пайки сборочных единиц жидкостных ракетных двигателей, а в нынешнем году главный сварщик «Энергомаш» Алишер Аминов приехал рассказать о том, как эксплуатируется эта установка в производстве.

– Я не впервые на подобных конференциях, но впервые вижу реальное предприятие, где не только занимаются научной работой, но и внедряют ее в





производство, – сказал Сергей Королев, главный специалист Российского федерального ядерного центра в начале своего доклада, в котором он поделился наработками по диагностике химического и фазового состава покрытий в процессе производства.

Генрих Гарибов, один из основоположников гранульной металлургии в России, традиционно приезжает на конференции «Электромеханики».

– Первую установку центробежно-го распыления УЦР-2 «Электромеханика» поставила в ВИЛС в 1981 году. Помню, как непросто было осваивать эту новейшую для тех времен машину. Теперь аддитивные технологии стали одной из рядовых тем конференции! Наше сотрудничество с ржевским предприятием исчисляется десятилетиями, я знаком со всеми конструкторами предприятия, которые работали на протяжении последних тридцати лет; со всеми директорами предприятий нашей отрасли, и хочу сказать, что на сегодняшний день второго такого технически подкованного и

смелого в решениях руководителя, как Виктор Константинов, больше нет. Крупными заказами, многими техническими решениями «Электромеханика» обязана именно ему. И большой совместный с «КрасМашем» проект, который реализуется сегодня, тому еще одно подтверждение, – сказал Генрих Саркисович.

Плодотворный первый день конференции завершился торжественным ужином и концертом тверской группы «Кавер Крэш», которую уже четвертый год приглашают организаторы конференции.

Наутро работа продолжилась – на этот раз уже не в форме докладов, а в формате общения. В нескольких конференц-залах одновременно шло обсуждение технических вопросов по специализированным секциям, где участники конференции работали по своим направлениям, имея возможность уже конкретно и более детально и обсудить перспективы взаимного сотрудничества и кооперации предприятий. Подчас это обсуждение было довольно эмоциональным, но безусловно плодотворным. Кол-

леги из разных городов страны делились своим опытом по эксплуатации одних и тех же или похожих выпущенных «Электромеханикой» установок, ставили задачи и предлагали способы их усовершенствования и приглашали к себе посмотреть на то, как решена та или иная техническая тонкость... Одновременно работали три секции: «Специализированное термическое оборудование и технологическое оборудование для вакуумного литья», «Технологические комплексы для нанесения защитных покрытий, сварочные комплексы» и «Оборудование для аддитивных технологий».

Формат таких конференций, выбранный «Электромеханикой», по общему единогласному мнению, очень удачен. Правда, не каждое предприятие решает на организацию такой встречи единомышленников. Но ПАО «Электромеханика», без сомнения, будет их продолжать; коллеги из других городов это знают и с нетерпением ждут новой встречи и готовят темы для совместного обсуждения в научно-техническом кругу.



МОРОЗОВ Ю.В., начальник НТЦ ПАО «Электромеханика»

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ

Появление цифровых двойников (Digital Twin) стало логичным результатом развития концепции «цифрового производства» и Промышленного Интернета Вещей (IIoT).

В основе определения цифрового проектирования и моделирования лежит использование сложных многозадачных математических моделей с высоким уровнем адекватности реальным материалам, конструкциям и физико-механическим процессам. Средства вычислительного моделирования можно представить как виртуальный экспериментальный стенд для изучения особенностей технологического процесса получения изделий, расчёта режимов и параметров процессов, обеспечивающих синтез новых материалов и умных изделий. В результате формируется и детализируется концепция цифровой фабрики – систем комплексных технологических решений, ключевым элементом которых становятся «умные» цифровые двойники производства.

Исследование цифровых процессов основано на выявлении тех моментов, которые могут быть использованы для управления свойствами изделия. Задача математического моделирования цифровых процессов, в силу своей сложности и многодисциплинарности, требует доработки теоретических положений, создания базы данных для характеристик газов и материалов, поиска оптимальных проектных решений структуры и параметров.

Основными этапами жизненного цикла изделия являются:

- ▶ возникновение потребности (маркетинговые исследования);
- ▶ проектирование;
- ▶ комплектация;
- ▶ сборочное производство;
- ▶ транспортировка и монтаж;

- ▶ эксплуатация и обслуживание;
- ▶ утилизация.

Средства автоматизации при проектировании и моделировании, используемые на нашем предприятии на сегодняшний день и содержащиеся в базе данных: механическая и электрическая составляющие проекта, программное обеспечение проекта и математические расчеты.

Для систем инженерного анализа, используемых в цифровых процессах, характерна мультидисциплинарность, которая получила развитие в инновационной М3-концепции, получившей название MultiCAD/MultiCAE (Multi-Disciplinary, Multi-Scale, Multi-Stage, Multi-Technology).

Математические модели, развиваемые в рамках М3-концепции, используются для проведения многомасштабных и многостадийных исследований и расчетов на основе мультифизических (Multi-Physics) знаний и компьютерных технологий.

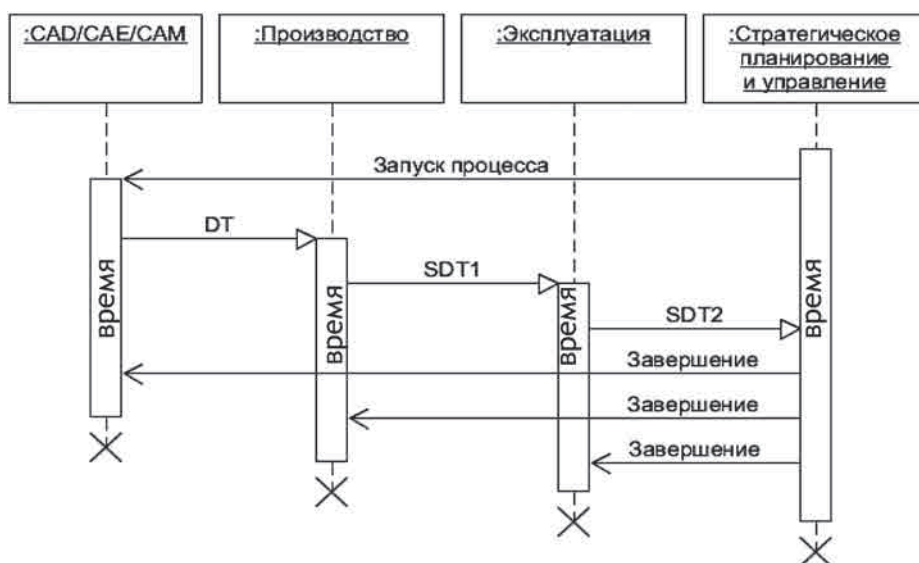
При создании Фабрик Будущего (Factories of the Future) важным эле-

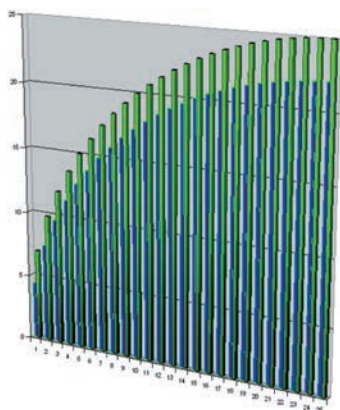
ментом становится цифровой двойник (Digital Twins, DT), под которым понимается полная информационная модель, моделирующая внутренние процессы, технические характеристики и поведение производственной системы в условиях окружающей среды и внешних помех. Цифровой двойник формируется в результате мультидисциплинарного численного моделирования, теоретической базой которого являются фундаментальные законы и науки. На слайде представлена диаграмма последовательности организации производства на базе цифровых двойников (DT – цифровой двойник, SDT-1 и SDT-2 – умные цифровые двойники соответственно первого и второго уровня)

Хорошим примером использования цифровых двойников является аддитивное производство. Оно занимает важное место в концепции Industry 4.0, являясь воплощением эффективной связи кибернетического пространства и физического мира.

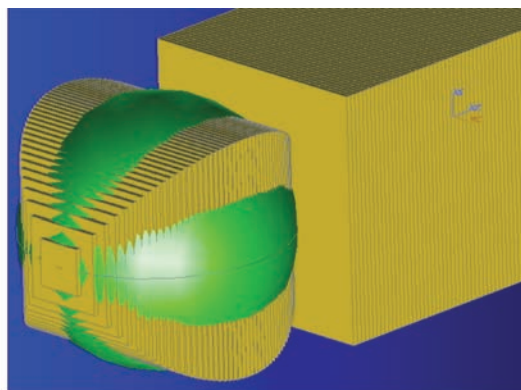
Последовательные этапы цифровизации данного производства – это:

- ▶ моделирование свойств исходного материала-порошка
- ▶ моделирование и расчет узлов установки
- ▶ моделирование производственного процесса
- ▶ изготовление самой установки
- ▶ сам процесс производства изделия
- ▶ как итог получение изделия с определенными свойствами





Цифровой двойник исходного сырья (Digital Twin, DT-1)



магния и других металлов.

Одним из инструментов для моделирования процессов производства является ANSYS – универсальная программная система конечно-элементного анализа, позволяющая производить разработку концепции и оценивать новые идеи, анализировать конструкции с позиции технико-экономической оценки и после доработки запускать изделие в серийное производство.

Как пример создания и использования модели материала – процесс распада струи в поперечном газовом потоке.

Последние четыре этапа являются этапами CALS-технологии (англ. Continuous Acquisition and Life cycle Support – непрерывная информационная поддержка поставок и жизненного цикла изделий).

ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА

К основным показателям исходного сырья относятся: распределение порошка и размер частиц, морфология, состояние поверхности, насыпная плотность, текучесть, уплотняемость, микротвёрдость, содержание углерода, кислорода и других химических элементов. Геометрические

параметры, химические, механические и теплофизические свойства порошка оказывают существенное влияние на коэффициент поглощения, высоту и плотность слоя и др.

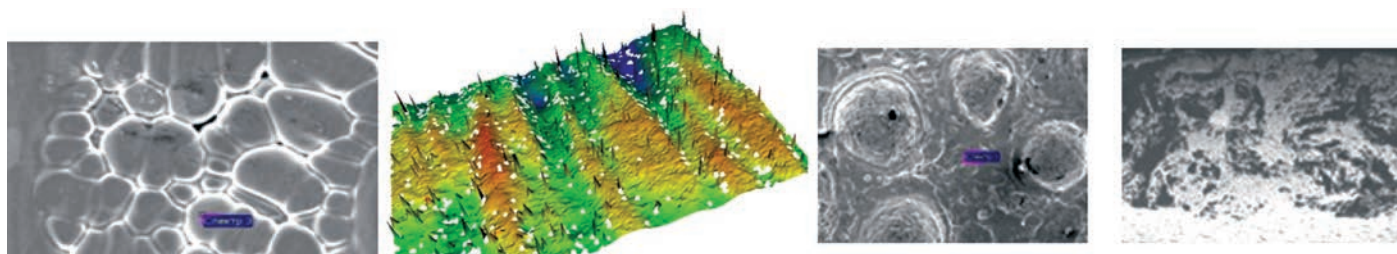
Цифровые технологии предъявляют особые требования к металлическим и керамическим порошкам (химический состав, насыпная плотность, морфология и распределение размеров частиц). Расширение спектра материалов для аддитивных, мультиаддитивных и гибридных технологий требует исследования многокомпонентных систем, в том числе легированных/смешанных/композитных порошков сложной морфологии на основе железа, никеля, титана, алюминия, меди,

ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК ОБОРУДОВАНИЯ

Следующий цифровой двойник – это Цифровой двойник оборудования (Digital Twin, DT-2). Для организации аддитивного производства чрезвычайно важными являются анализ и оптимизация структуры и кинематических, геометрических, энергетических параметров установки, конструктивно-технологических параметров оборудования. Дополнительными целевыми факторами являются компактность конструкции оборудования, экономичность и вес, что требует быстрой и точной оценки влияния ограничивающих факторов на этой стадии проектирования.



Система управления установки УПНЦ



Цифровой двойник изделия (Digital Twin, DT-4)

Одной из главных систем цифрового управления является система управления, устанавливаемая на проектируемом оборудовании и использующая в своем составе не менее 10 контроллеров (как пример – система управления, установленная на установке плазменного напыления нитрида циркония).

ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА (DIGITAL TWIN, DT-3)

Расчёт параметров технологического режима основывается на тщательном изучении физики гидрогазодинамических, тепло- и массообменных процессов; выявлении моментов, которые могут быть использованы для управления свойствами продукта производства.

Цифровой двойник техпроцесса может быть адаптивным, т.е. изменяющимся в зависимости от получения параметров конечного продукта.

На качество изделия большое влияние оказывает стабилизация параметров технологического процесса, способность системы управления изменять структуру и/или параметры регулятора в зависимости от эволюции процесса и внешних возмущений. Системы управления с эталонной моделью, параметрическим идентификатором, наблюдателями и фильтрами (Льюинбергера и Калмана), нечёткой логикой, нейросетевой логикой.

ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК САМОГО ИЗДЕЛИЯ

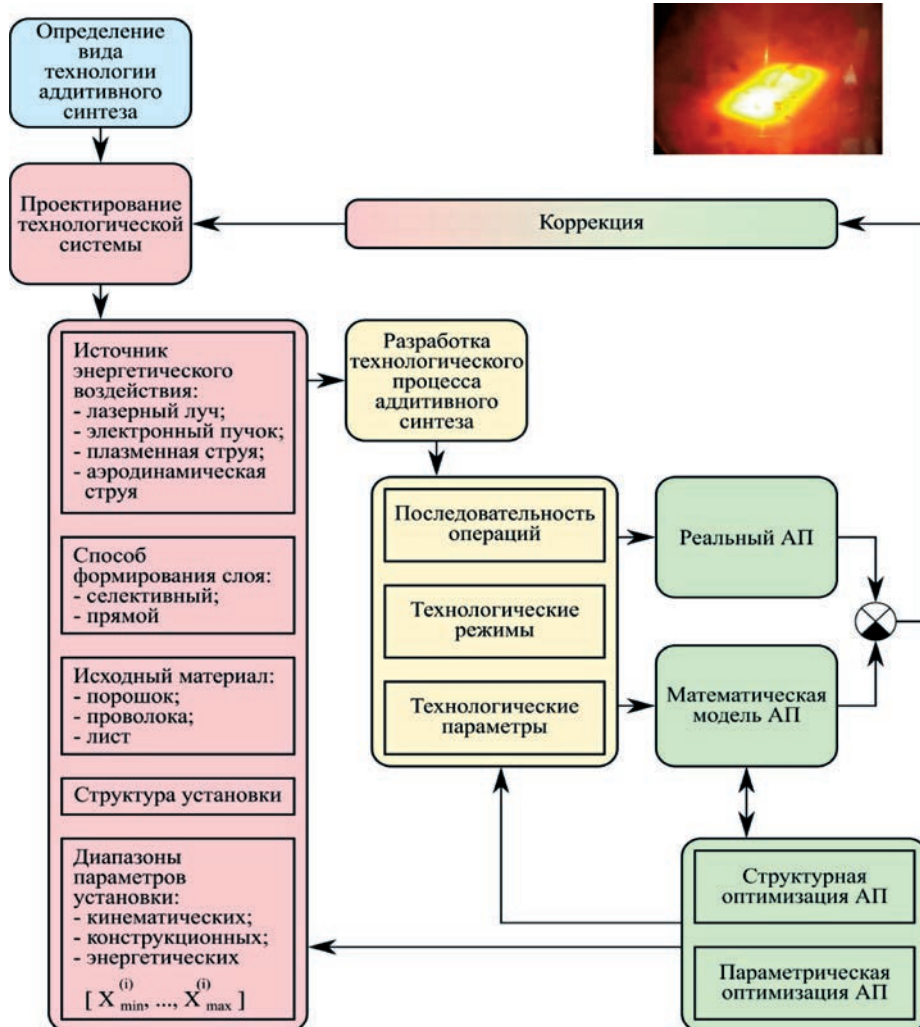
К продуктам аддитивных, мультиаддитивных и гибридных технологий относятся не только новые материалы и детали сложной геометрической формы, но и «умные» изделия, под которыми понимаются структуры, способные выполнять различные функции по передаче и обработке информации.

«Умные» изделия могут одержать датчики, исполнительные механизмы, вычислительные устройства обработки информации и прочее. Примером такого изделия может служить крыло самолёта, которое выполняет несколько функций: антиобледенение (набор датчиков льда был помещен в нагревательный блок), снижение заметности (комплекс мер снижения заметности в радиолокационном, инфракрасном и других областях спектра обнаружения посредством специально

разработанных геометрических форм и радиопоглощающих материалов и покрытий), диагностики (набор датчиков для документирования температуры, ускорения, скорости, деформации, нагрузки и др.). – повторяется в статье Соколова!!!

СТАДИИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЯ

Стадии эти включают в себя создание конструктивной модели, задание материала и определение формы, расчет



«Умный» цифровой двойник первого уровня (Smart Digital Twin, SDT-1)

размеров изделия, возможную его оптимизацию с учетом топологического, генеративного и бионического дизайна, ориентация изделия на подложке, генерация поддержек и создание 3D-модели.

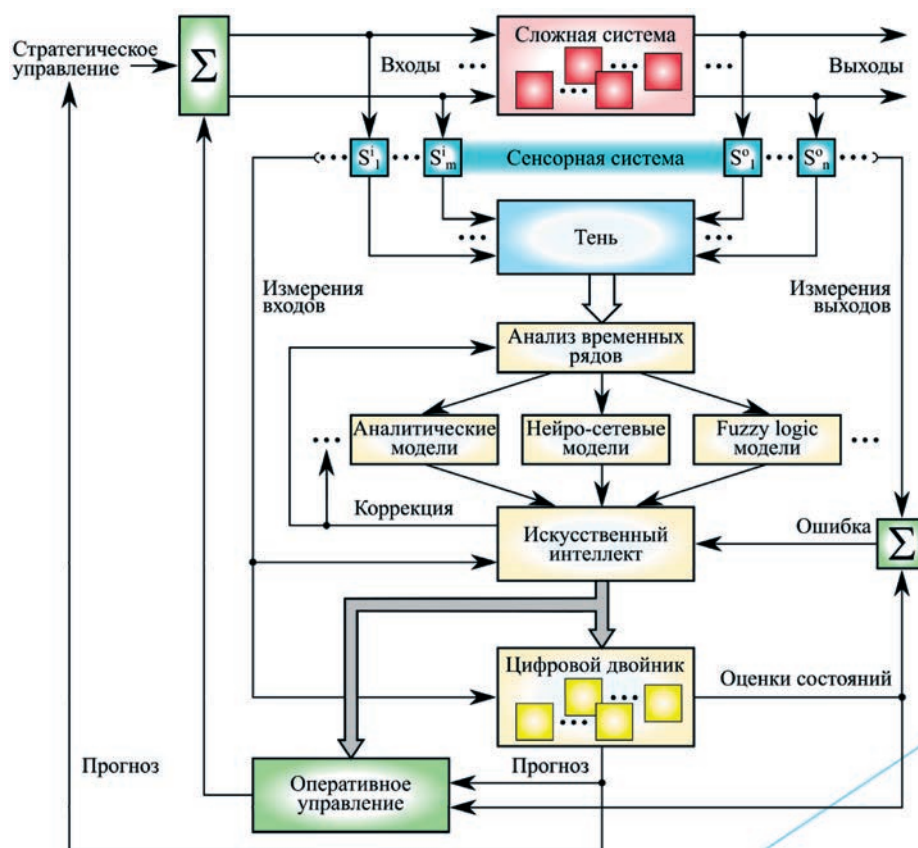
Модель цифрового двойника DT-4 прогнозирует структуру и свойства изделий и материалов, снижает издержки производства и уменьшает стоимость продукции. Сложность модели существенно возрастает при исследовании многофункциональных композиционных материалов, полученных различными методами (сплавление, пайка, напыление, модификация поверхности и другие).

Умный цифровой двойник первого уровня SDT-1 представляет собой модель, которая интегрирует информационные потоки цифровых двойников исходного сырья, оборудования, технологического процесса и продукта/изделия.

На этапе эксплуатации, SDT-1 на основе «умного» цифрового двойника «порождает» «умную» цифровую тень (Smart Digital Shadow, SDS) за счет получения оперативной информации о функционировании конкретного объекта / продукта при помощи технологий промышленного Интернета и диагностики (Health Monitoring System, HMS). Эта дополнительная информация, полученная на этапе эксплуатации, повышает уровень адекватности («обучает») SDT-1 и позволяет в дальнейшем моделировать с его помощью различные возможные и «непредвиденные» ситуации и эксплуатационные режимы (например, оценивать уровень возможных повреждений или остаточный ресурс).

«УМНЫЙ» ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК ВТОРОГО УРОВНЯ (SDT-2)

Важнейшей составляющей цифрового производства является обеспечение его взаимодействия с внешним миром по технологиям Интернета вещей (Internet of Things, IoT) и Больших данных (Big Data) на протяжении всего жизненного цикла эксплуатации. Это значительно расширяет возможности оборудования: осуществляется постоянный контроль состояния технологического процесса, прогнозирование производственных ситуаций, идентификация и техническая



Умная цифровая тень (Smart Digital Shadow, SDS)

диагностика элементов технологической системы в реальном масштабе, изменение настроек и коэффициентов регулирования контуров управления, обновление версий программного обеспечения в режиме удаленного доступа, модернизация алгоритмов управления, заказ и доставка расходных материалов.

Парадигма непрерывного цифрового проектирования сформировалась на основе развития средств автоматизации проектирования (CAD), производства (CAM) и инженерных расчетов (CAE), позволяющих выполнять анализ и моделирование физических процессов.

Составляющей цифрового производства является умный цифровой двойник, формируемый в результате мультидисциплинарного (MultiDisciplinary) и многомасштабного (MultiScale) численного моделирования и применения технологий оптимизации (MultiCriteria, MultiParametric, MultiDisciplinary, Topology, Topography, Sizing Shaping и др.). Цифровой двойник позволяет про-

верить возможность получения продукта заданных параметров и свойств, выбрать оптимальное решение из множества вариантов по заданным критериям. Большой вклад в повышение адекватности модели вносят данные о технологическом процессе изготовления и эксплуатации изделия.

Разработка цифрового электронного двойника производственной системы приводит к значительному синергетическому эффекту: повышению качества изделий, росту производительности, увеличению прибыли.

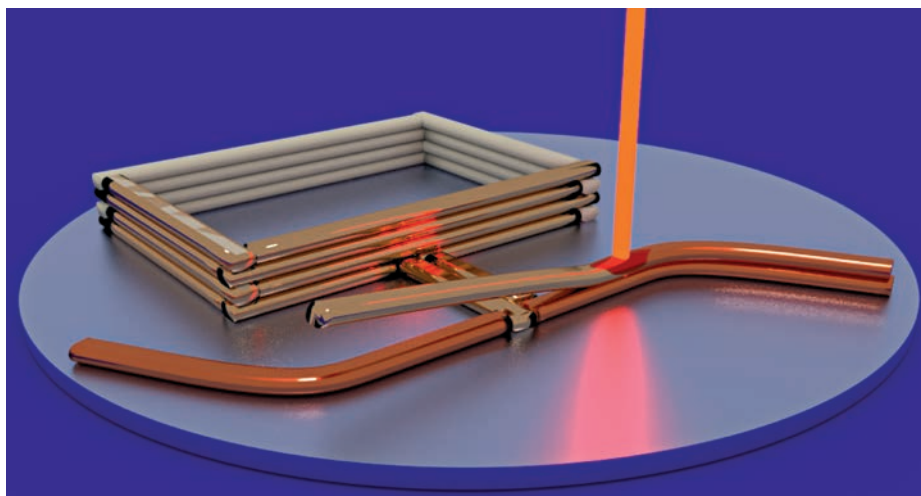
СОКОЛОВ Ю. А., д.т.н., заместитель коммерческого директора
ПАО «Электромеханика»

СИНТЕЗ УМНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА БАЗЕ МУЛЬТИАДДИТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

О возможности получения изделий на базе мультиаддитивной технологии – электронно-лучевой наплавки (EBAM) и аэрозольного осаждения (AJ), относящихся к аддитивным – так обеспечивается синтез «умных» изделий, недостижимый при использовании других технологий

В современном авиастроении к изделиям предъявляются различные требования: по геометрической форме, топологии, химическому составу, способности выполнять различные функции (прочность, сенсорика, электропроводимость и другие).

К продуктам аддитивных, мультиаддитивных и гибридных технологий относятся не только новые материалы и детали сложной геометрической формы, но и «умные» изделия, под которыми понимаются структуры, способные выполнять различные функции по передаче и обработке информации. «Умные» изделия могут одержать датчики, исполнительные механизмы, вычислительные устройства обработки информации... Примером такого изделия может служить крыло самолёта, которое выполняет несколько функций: антиобледенение (набор датчиков льда был помещен в нагревательный блок), снижение заметности (комплекс мер снижения заметности в радиолокационном, инфракрасном и других областях спектра обнаружения посредством применения специально разработанных геометрических форм и радиопоглощающих материалов и покрытий), диагностики (набор датчиков для документирования температуры, ускорения, скорости, деформации, нагрузки и др.). В дополнение к традиционным несущим внутренним поверхностям можно получить крупные внутренние полости для размещения внутри изделия электронных средств, приводов, тепловых труб и других элементов.



Процесс наплавки с помощью электронного пучка

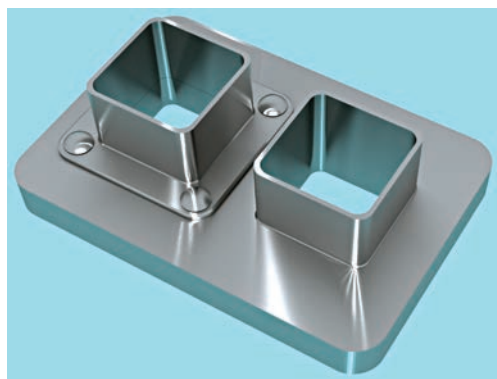
Перспективным направлением является получение многофункциональных изделий на базе мультиаддитивных и гибридных технологий. Например, синтез изделий на базе двух методов электронно-лучевой наплавки и аэрозольного осаждения, которые позволяют получать крупногабаритные изделия с набором различных функций. Направленная интеллектуализация изделий подводит к сокращению технологических операций в процессе производства, расширяет диапазон исследовательских задач, обеспечивает самодиагностику и адаптацию изделий к внешним воздействиям.

Матрица изделия изготавливается методом EBAM, функциональность различных областей – композиционным проектированием поверхностных слоев методом аэрозольного осаждения.

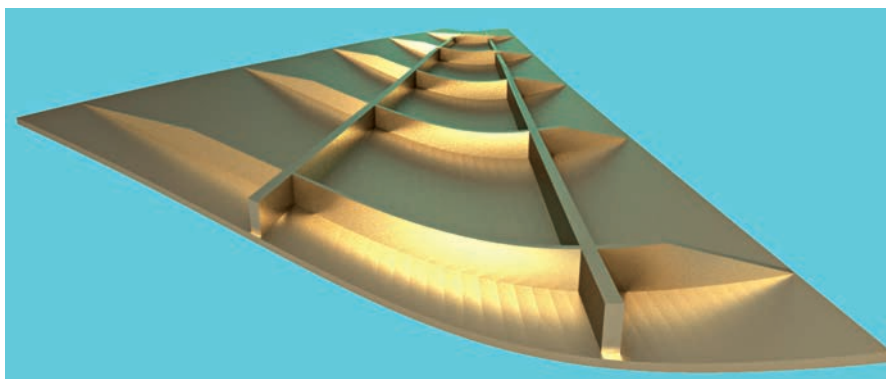
ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ НАПЛАВКИ

Синтез изделий по технологии EBAM (Electron Beam Additive Manufacturing), разработанной компанией Sciaky Inc. (США), осуществляется последовательной наплавкой слоев материала с помощью электронного пучка. В качестве исходного сырья используется проволока титановых и никелевых сплавов, нержавеющей и инструментальных сталей.

Технология EBAM может быть предложена в качестве альтернативы процессам штамповки, плавки, горячего изостатического прессования при изготовлении изделий и деталей сложной геометрической формы. Особенно эффективно использование технологии EBAM в аэрокосмической отрасли, крупнейшем рынке титана: на выходе получают монолитные



Замена традиционных сборных узлов



Разработка и производство крупногабаритных изделий

функциональные металлические изделия. При производстве интегрированных изделий произвольной формы появляется возможность получения свойств функционально-градиентных, локально управляемых изделий. Новые инструменты структурного дизайна и анализа обеспечивают разработку изделий с профилирующими элементами усиления, которые повторяют профиль распределения нагрузки.

Технология EBAM позволяет изготовить посадочные гнезда и патрубки как единое целое с корпусом изделия. Это освобождает от необходимости использования фланцев и прокладок, снижает трудозатраты монтажа и ремонта и эксплуатации изделия, повышает его надежность, снижает аэро- и гидродинамические потери, открывает новые возможности при создании вакуумных систем и сосудов под давлением.

Технология EBAM снимает ограничения на размеры синтезируемого изделия, предоставляет новый инструмент структурного дизайна и анализа, обеспечивают разработку и производство крупногабаритных конструкций со сложными аэро- и гидродинамическими профилями. Например, наплавленные ребра жесткости и само изделие являются единым целым, что обеспечивает уникальные функциональные возможности изделия, снижает трудозатраты монтажа и ремонта и эксплуатации изделия, повышает его надежность, снижает аэро- и гидродинамические потери.

Техническая реализация технологии EBAM предполагает наличие энергетического электронно-лучевого комплекса, электромеханических комплексов позиционирования стола и электронной пушки, механизма подачи присадочной проволо-

ки, вакуумной станции, системы управления. Работа всех составляющих подчинена единой задаче: управлению и стабилизации зазора между торцом ЭЛП и ванной расплава, а, в конечном счете, качеством и параметрами ванны расплава, которая, в свою очередь, определяет качество наплавки.

Схема процесса EBAM приведена на рисунке. Формирование дорожек, в общем случае, осуществляется совместным перемещением электронной пушки и стола, на котором располагается подложка. Проволока подается в рабочую область, где плавится электронным пучком. В ходе технологического процесса необходимо обеспечить точное позиционирование проволоки относительно пучка, поддержание стабильной ванны расплава для получения заданных размеров изделия.

Формирование заданных свойств и структуры изделия по всему объему за-

висит от многих факторов: необходимо стабильное поддержание мощности и диаметра пучка, скорости наплавки и подачи проволоки; тепловое воздействие электронного пучка должно распределяться между плавлением проволоки и поддержанием очень малой ванны расплава на подложке, что обеспечивает хорошее сцепление наплавляемой дорожки с подложкой. По мере наплавки слоев на подложку тепло в зоне нарастает, размеры ванны расплава увеличиваются. При перемещении исполнительных механизмов стола и пушки, повторяющих геометрическую форму изделия, необходимо учитывать инерцию при резком изменении направления движения, остановках и стартах.

3D-модель изделия преобразуется в формат данных аддитивного производства, (например, STL), который предназначен для передачи набора данных

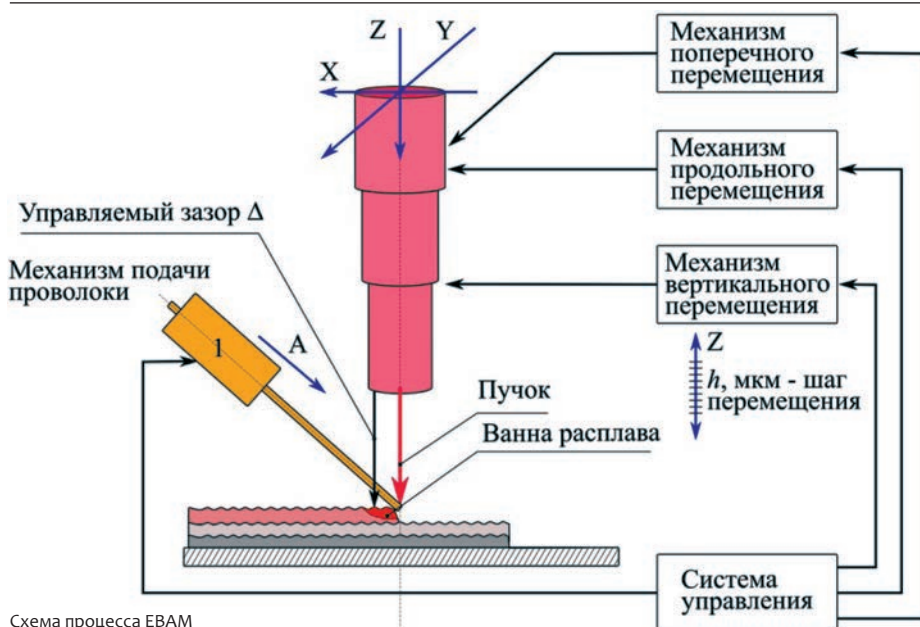


Схема процесса EBAM

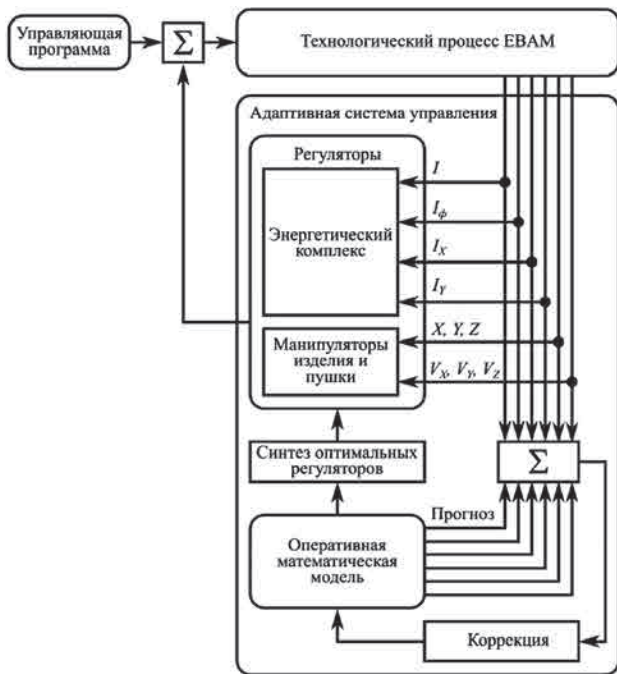


Схема управления процессом EBAM

(I – ток пучка; I_ϕ – ток фокусировки; I_x – ток отклонения пучка по оси X ; I_y – ток отклонения пучка по оси Y ; X, Y, Z – декартовы координаты; V_x, V_y, V_z – скорость исполнительных механизмов перемещения по осям X, Y, Z)

непосредственно в установку и содержит пространственное описание геометрии поверхности со встроенной поддержкой цвета, материалов, сеток координат, групп элементов и метаданных. Точное воспроизведение геометрии является необходимым условием для обеспечения процесса синтеза деталей. Граничные поверхности объёмной модели описываются треугольниками и их нормальными векторами. Наборы STL-файлов, сохраняющиеся в ASCII или двоичных кодах, передаются в модуль подготовки управляющего кода или программы, который выбирает алгоритм сканирования электронного пучка, рассчитывает технологические режимы (скорость наплавки, скорость подачи проволоки, мощность пучка, диаметр пятна, угол наклона проволоки, расстояние между концом проволоки и расплавом, температура подложки и другие).

Процесс EBAM осуществляется в ус-

ловиях глубокого вакуума (давление в рабочей камере во время процесса составляет менее $6,5 \cdot 10^{-3}$ Па) и высоких температурах, что обеспечивает низкий уровень остаточных напряжений в готовых изделиях из различных, в том числе химически активных материалов. К особенностям технологии EBAM относится высокая скорость кристаллизации материала и необходимость финальной обработки для обеспечения требуемых размерных допусков, характеристик и качества поверхности изделия.

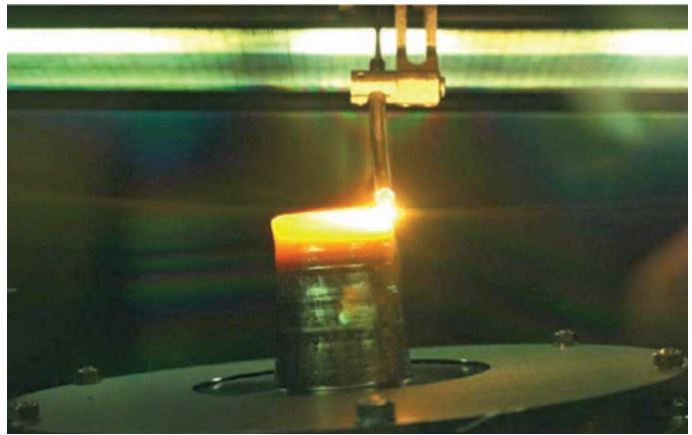
Схема управления процессом синтеза изделий по технологии EBAM на базе математической модели и адаптивного управления представлена на рисунке. Важной задачей управления является поддержание в рабочей области стабильного

теплового баланса, несоблюдение которого приводит к изменению структуры и химического состава сплава, потерям материала, возникновению остаточных деформаций. Для соблюдения компромисса между скоростью наплавки и точностью обработки, как правило, изделия проектируются с припуском в несколько миллиметров, который удаляют при финишной обработке.

При управлении процессом, вследствие неоднородности химического состава проволоки, изменения зазора между проволокой и ванной расплава и других явлений, высота валика может изменяться. Её поддержание является важнейшей задачей, определяющей в конечном итоге точность изделия. На высоту валика влияют сразу несколько параметров:

$$h_v = f(P, v, v_p, v_{pr}, d_o, S_s)$$

где h_v – высота валика,



Синтез изделия из титановой проволоки по технологии EBAM (скорость наплавки – 4 мм/с, скорость подачи проволоки – 30 мм/с, диаметр проволоки – 0,6 мм, ускоряющее напряжение – 60 кВ, ток пучка – 12-14 мА, производительность – 21,56 см³/час), предоставлено компанией Steigerwald Strahltechnik GmbH)



Синтез изделия из стальной проволоки по технологии EBAM (скорость наплавки – 8 мм/с, скорость подачи проволоки – 27 мм/с, диаметр проволоки – 1,0 мм, ускоряющее напряжение – 150 кВ, ток пучка – 3-4 мА, производительность – 46,1 см³/час), предоставлено компанией Steigerwald Strahltechnik GmbH)

P – мощность пучка,
 v_1 – скорость перемещения пучка,
 v_p – скорость перемещения подложки,
 v_{pr} – скорость подачи проволоки,
 d_o – диаметр пятна на подложке,
 S_s – расстояние между параллельными дорожками.

Контроль за технологическими параметрами осуществляется с помощью видеокамер, фотодатчиков положения исполнительных механизмов, электрическими датчиками. Следует отметить эффективность слежения за зазором между проволокой и ванной расплава, высотой валика, которые оказывают большое влияние на свойства и структуру изделия.

На иллюстрациях представлены фотографии электронно-лучевого синтеза изделия соответственно из титана и стали по технологии EBAM.

Плавление и кристаллизация металла в процессе наплавки происходят с высокими скоростями, которые обеспечивают получение изделий с мелкозернистой структурой. Стабильность параметров технологического процесса обеспечивает формирование однородной структуры изделия и минимальные отклонения от заданной геометрической формы. Слежение за размерными параметрами наплавляемого валика, контроль расстояния между ним и проволокой обеспечивают уменьшение вероятности образования дефектов, неполных проплавлений, пор, несплошностей (как видно на рисунке). Использование системы технического зрения позволяет значительно расширить возможности технологии наплавки, компенсируя недостатки априорной технологии с заранее заданными значениями параметров процесса.

Для получения необходимого качества точности и класса шероховатости изделия требуется механическая постобработка.

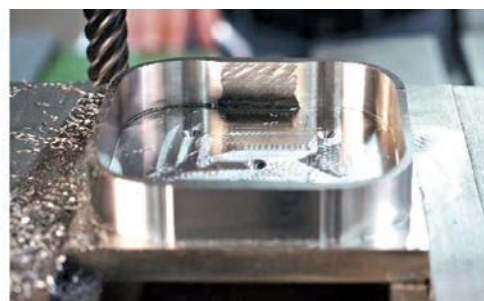
К преимуществам синтеза изделий по технологии электронно-лучевой наплавки можно отнести эффективность получения крупногабаритных изделий сложной геометрической формы (малый вес, сокращение производственного цикла изготовления и др.); возможность получения уникальных структур изделий, недостижимых при традиционных способах; низкий процент брака; высокую энергетическую эффективность; экологичность процесса.



Микроструктура образцов, полученных по технологии EBAM (предоставлено компанией Steigerwald Strahltechnik GmbH)



Внешний вид изделия (а – после послойного синтеза, б – после механической обработки), предоставлено компанией Steigerwald Strahltechnik GmbH



Технология электронно-лучевой наплавки позволяет изготовить: обшивки, элементы жесткости, кольцевые шпангоуты.

ТЕХНОЛОГИЯ ХОЛОДНОГО АЭРОЗОЛЬНОГО ОСАЖДЕНИЯ

В начале 2000-х годов появился ряд публикаций японских авторов, рассматривавших технологию холодного аэрозольного осаждения из сверхзвуковой струи порошков заданного химического состава в вакууме (Aerosol Jet, AJ). Технология AJ, разработанная компанией OPTOMEC, представляет собой бесконтактное нанесение слоёв практически из любых порошковых материалов или их композиций, которые можно использовать в виде аэрозоля, на подложки из материалов различного химического состава.

Технология AJ предусматривает использование аэродинамической струи для нанесения коллоидной газовой взвеси на подложку. Для технической реализации технологии AJ необходимо наличие генератора аэрозоля, модуля фокусировки

аэродинамической струи и перемещения специализированной головки для нанесения аэрозоля.

Генератор аэрозоля (атомайзер) обеспечивает подготовку аэрозоля. Транспортный газ направляет образовавшийся аэрозоль в специализированную головку, при этом по пути плотность потока увеличивается за счёт удаления избытка газа. Головка формирует кольцевой коаксиальный поток, состоящий из потока аэрозоля, окруженного защитным газом, который направляется через сопло головки непосредственно на подложку. Как правило, для получения струи ускоренных частиц используется сверхзвуковое сопло Лавы. Процесс нанесения материала управляется контроллером в соответствии с рабочим файлом, подготовленным на основе CAD-файла. При этом механизм формирования дорожки может быть предусмотрен в двух исполнениях: подложка размещается на подвижном рабочем столе или подложка закреплена неподвижно на столе, а дорожка формируется перемещением

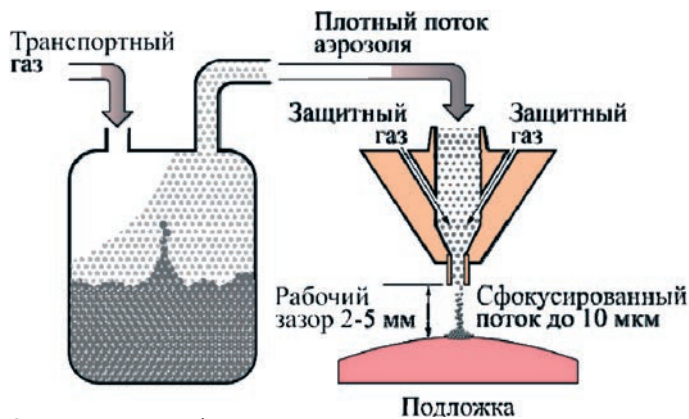


Схема процесса Aerosol Jet

головки. Система управления движением и наличие прерывателя потока позволяют создавать сложные конструкции на подложке.

Установка для реализации технологии AJ, схема которой представлена на рисунке, имеет модульную конструкцию и состоит из следующих основных узлов: специализированной головки со сверхзвуковым соплом, стола, исполнительных механизмов перемещения стола в декартовой системе координат X-Y-Z, ёмкости для аэрозоли, аппаратуры для подачи газозвеси (баллоны, компрессор, набор трубопроводов, редуктор, клапаны управления потоком газа, датчики давления и протока газа), дозатора, вакуумных станций, системы управления, устройства замкнутого водного охлаждения на базе chillера.

Формирование слоя аэрозольным осаждением из сверхзвуковой струи осуществляется в вакууме. Для получения предварительного разрежения в камерах плавления и распыления, равного в зависимости от требований задания 10–1 Па или 10^{-3} Па, применяются вакуумные станции, которые представляют собой комплекс взаимосвязанных устройств (насосов, запорной аппаратуры, трубопроводов, фильтров, ловушек), приборов для измерения вакуума, средств контроля и управления. Низковакуумные станции выполнены по двухступенчатой схеме: механический насос – насос Рутса, высоковакуумные станции – по трехступенчатой схеме: «механический насос – насос Рутса – диффузионный насос». На высоковакуумных диффузионных насосах предусмотрены хладоновые ловушки для защиты от попадания углеводородов в рабочую камеру.

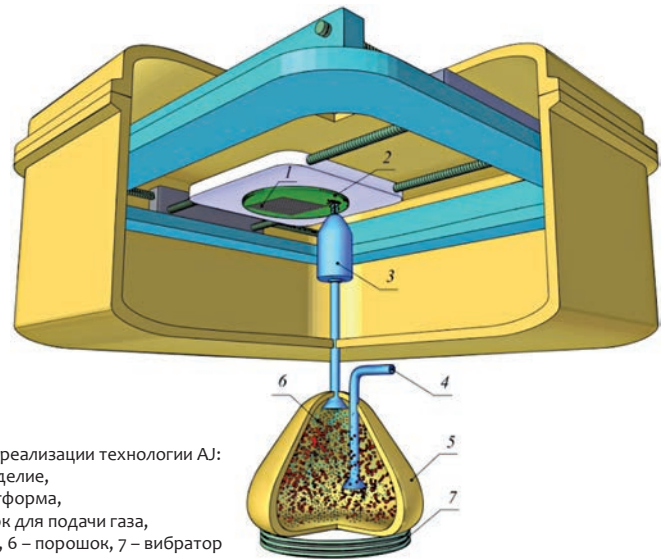


Схема установки для реализации технологии AJ:
1 – синтезируемое изделие,
2 – строительная платформа,
3 – сопло, 4 – патрубок для подачи газа,
5 – ёмкость аэрозоли, 6 – порошок, 7 – вибратор

Вакуумные станции объединены по цифровой сети с автоматизированным рабочим местом оператора. Для визуального наблюдения за состоянием механизмов вакуумной станции и значениями контролируемых параметров используются мнемосхема установки.

Генератор обеспечивает подготовку аэрозоля, который в жидком или порошкообразном виде распределяется в несущем газе, в процессе подачи избыток несущего газа удаляется, а уплотнённый аэрозоль с частицами размером 0,01–2 мкм поступает в специальное сопло, где, не контактируя с его стенками, ускоряется окружающим защитным газом, и наносится на подложку. Формирование дорожки осуществляется посредством местного прямого нанесения порошкового материала на подложку. Энергия, необходимая для диффузии порошка в подложку, образуется за счёт выделения тепла при ударе ускоренных частиц порошка о рабочую поверхность и адгезионных свойств самого материала.

С помощью исполнительного механизма перемещения стола по оси Z необходимо установить технологический зазор «сопло-подложка», который может составлять от 0,5 до 50 мм. С целью получения слоя заданных размеров осуществляется перемещение подложки, закреплённой на столе, в плоскости X-Y относительно сопла. Частицы могут иметь размеры менее 100 нм. За счет фокусировки струи их можно наносить на ступенчатые конструкции и изогнутые поверхности.

При проектировании установки для

реализации технологии AJ необходимо выбрать оптимальные размеры и геометрию рабочего пространства рабочей камеры, геометрию и размеры сопла, диапазон скорости перемещения стола по осям X-Y-Z, давление и расход газа, расход порошка, предельное давление разрежения.

Исходным материалом для синтеза изделий могут быть частицы из металлов, полимеров и связующих. Так, в качестве проводящих дорожек могут использоваться золото, серебро или другие частицы. Технология AJ позволяет получать плотные слои практически из любого порошкового материала (ZrO_2 , Al_2O_3 , $BaTiO_3$, TiO_2 и др.), а также их смесей различного состава.

Для синтеза градиентных слоёв можно смешивать несколько материалов непосредственно в процессе, используя при этом несколько генераторов.

После синтеза изделия может быть проведена постобработка (термическая, химическая) для формирования требуемых механических, электрических свойств или адгезии.

Технология AJ обеспечивает синтез отражающих покрытий, топливных элементов, защитных экранов от электромагнитных излучений, солнечных элементов, компонентов электроники (сенсоров, резисторов, антенн и прочих элементов с точностью до 10 микрон), биологических образцов.

Области применения технологии AJ – более широкие, чем печать в электронике, для которой технология создавалась. По-

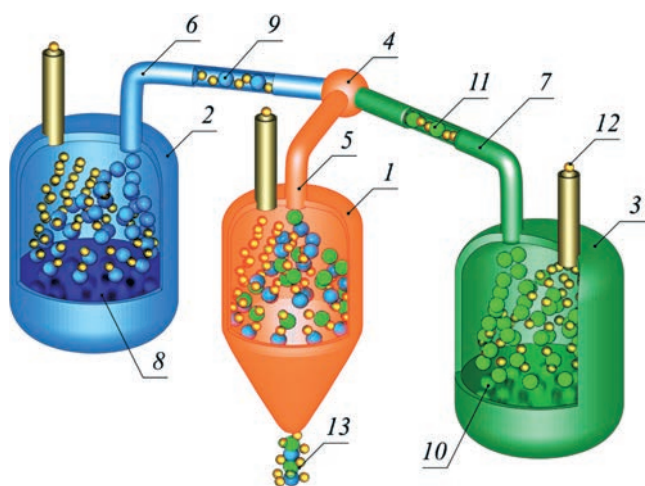
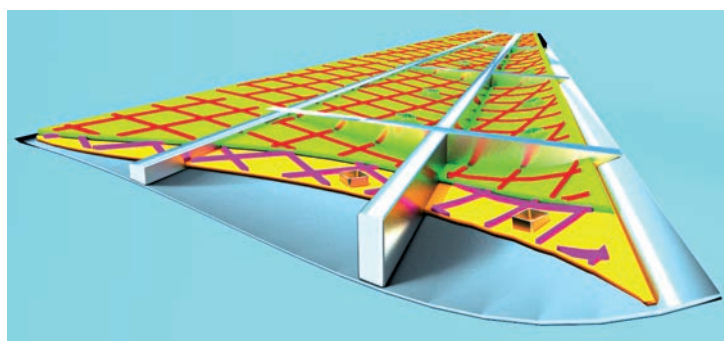


Схема нанесения градиентного слоя
(1 – инжекторная головка, 2 – генератор №1, 3 – генератор №2, 4 – смеситель, 5 – трубопровод подачи смеси, 6 и 7 – трубопроводы подачи аэрозоля первого и второго состава, 8 и 10 – частицы первого и второго химического состава, 9 и 11 – аэрозоли первого и второго химического состав, 12 – подача газа, 13 – аэрозольная струя)

лучены тонкие и толстые (доли миллиметра) плёнки и покрытия для электронного применения (радиолокационная «невидимость» – оксидные слои с высокой диэлектрической и магнитной проницаемостью, неохлаждаемые болометрические датчики для ИК-диапазона, ультразвуковые трансдюсеры и т.д.), твердые электролиты для высокотемпературных топливных элементов, электроды для литиевых аккумуляторов, медицинского применения (композиты с гидроксипатитом, керамические покрытия для искусственных суставов), и наконец, тугоплавкие и жаростойкие соединения на основе переходных металлов и кремния.

АЖ процесс позволяет получать: тензодатчики, светочувствительные элементы коллектора шириной от 18 до 60 мкм с использованием традиционных и новых материалов, нагревательные элементы на ветровых стеклах автомобиля и авиации (антиобледенительные системы). Синтез тензодатчика позволяет в реальном времени проводить контроль за исправностью лопаток турбины за счет контроля усталостных деформаций и ползучести материала лопатки. Датчики выдерживают высокие (более 980°C) температуры работы.

Интересное решение с использованием технологии АЖ предложено против обледенения кромки крыла самолета для следующих поколений самолетов. Набор датчиков льда был помещен в нагревательный блок (напечатаны непосредственно на эпоксидной подложке по всей длине



«Умное» многофункциональное изделие

крыла). По мере поступления сигнала о начале образования льда включались соответствующие нагреватели. Достоинства решения – в экономии веса, топливности и надежности.

К преимуществам синтеза изделий по технологии АЖ относятся большое разнообразие применяемых материалов, возможность нанесения слоев из нетермоустойчивых материалов, отсутствие контакта рабочего материала со стенками сопла и, следовательно, отсутствие его износа, – широкий диапазон допустимой вязкости рабочего материала, возможность нанесения слоев на неплоские поверхности. Достаточно большой зазор между соплом головки и поверхностью подложки (1–5 мм) и большая длина сфокусированного потока материала из сопла, а также отсутствие физического контакта подложки с инструментом позволяют осуществить формирование слоя на неплоских поверхностях.

Аддитивное производство представляет собой класс перспективных технологий кастомизированного производства деталей сложной формы по трехмерной компьютерной модели путём последовательного нанесения материала. В настоящее время актуален вопрос об универсальных практических рекомендациях для расчёта параметров технологий и конструирования аддитивных систем. Аддитивные технологии, в силу своей сложности и многодисциплинарности, требуют разработки теоретических положений, оптимального поиска проектных решений и режимов обработки. Сформулировать обобщённые рекомендации для оптимизации технологических параметров аддитивного производства возможно лишь на основе детального анализа всех стадий процесса синтеза изделия. При этом необходимо учитывать особенности протекающих физических процессов, используемого материала среды и применяемого оборудования. Эффективным средством для решения такой комплексной многопараметрической задачи является математическое моделирование.

Аддитивные технологии находят широкое применения в таких отраслях промышленности, как автомобиле- и самолетостроение, электроника, медицина, где создаются сложные машины и оборудование, изготавливается множество экспериментальных моделей и макетов деталей, требующих много времени для конструирования и изготовления.

ДЛЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ АЖ ДОЛЖНЫ БЫТЬ РЕШЕНЫ СЛЕДУЮЩИЕ ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ:

- ▶ расчёт, проектирование и изготовление специальных сопел для формирования сверхзвуковой струи в вакууме и системы питания их аэрозолями;
- ▶ получение аэрозолей различного состава;
- ▶ прогнозирование структуры слоя в зависимости от режимов осаждения и характеристик исходного материала покрытия (состав, размер частиц, распределение по размерам);
- ▶ определение путей повышения адгезии покрытий и стойкости покрытия;
- ▶ разработка путей формирования многокомпонентных жаростойких композиционных покрытий методами аэрозольного осаждения и гибридных многослойных покрытий, включающих в себя слои, полученные другими методами (электронно-лучевое испарение, вакуумно-дуговое осаждение, плазменное напыление);
- ▶ разработка и изготовление специализированного оборудования.

МОЛОДОСТЬ И ОПЫТ



пути он не искал, рассуждая так: если кризис, то он везде кризис, он пройдет и все наладится. Нужно только работать на совесть.

Кстати, именно в неумении и нежелании ввязываться и упорно делать свои шаги в профессии Сергей видит причину того, что большинство молодых людей, приходя на заводы после окончания профтехучилищ и колледжей, не задерживаются в цехах. «Часто такие ребята не уверены не только в себе, они изначально не уверены, что завод – это то, что им нужно. И вообще не знают, чего в жизни хотят...» – говорит Сергей. Если вникать в азы, стараться выполнить порученное задание и главное – искренне этого желать, то полученная ра-

ботой специальность станет делом жизни, а не ненужной строкой в документе об окончании колледжа, и тогда не придется молодым здоровым людям коротать дни где-нибудь за прилавками алкомаркетов, без профессии и уверенности в завтрашнем дне...

ботая специальность станет делом жизни, а не ненужной строкой в документе об окончании колледжа, и тогда не придется молодым здоровым людям коротать дни где-нибудь за прилавками алкомаркетов, без профессии и уверенности в завтрашнем дне...

Что касается Шарова, то его навыки и умения востребованы сегодня и будут востребованы завтра. У него есть профессия, которая всегда позволит найти работу и доход. В ответ на просьбу показать свое рабочее место Сергей Шаров разводит руками: вот здесь, в цехе, на любой сварочной операции и за любым аппаратом, в зависимости от того, какую именно задачу предстоит выполнить. Он владеет полуавтоматической и автоматической сваркой, аргоно-дуговой и газовой любой сложности. Как, впрочем, и все его коллеги, кто давно трудится на производстве. Шаров знает технологические процессы изготовления деталей, разновидности сталей и сплавов, их сварочные и механические свойства, методы специальных проверок качества сварных вакуумно-плотных швов с исполь-

зованием теcheискателей различных марок. Неотъемлемая часть мастерства – умение грамотно работать с технической документацией. Все это, вкупе с основательным ко всему подходом, позволяет ему пользоваться доверием коллег и руководства, которое направляет его на сложные и ответственные участки, включая проведение сварочных работ на предприятиях-заказчиках. Поэтому много времени Сергей Михайлович проводит в командировках. В последнее время особенно часто и надолго приходится выезжать в Красноярск, где ПАО «Электромеханика» выполняет большой сложный заказ. Сегодня Шаров сам является наставником для студентов, которые проходят на предприятии практику. А кажется, он точно так же пришел на завод совсем недавно, выполняя свои первые задания и брал первые уроки профессии у коллег Олега Морозова, Геннадия Кузнецова, Олега Крючкова, руководителей Николая Соколова и Валерия Уткина. За высокие производственные показатели Сергей Михайлович не раз был награжден почетными грамотами предприятия, а также почетной грамотой Ассоциации российских производителей станкоинструментальной продукции, его портрет дважды заносился на Доску чести «Ими гордится коллектив».

На заводе «Электромеханика», где когда-то работал водителем его отец, Сергей трудится уже двенадцать лет. Здесь же теперь работает и его супруга, которая, в отличие от него, в цехе раньше не работала никогда. После получения образования успела поработать поваром (по специальности), постоять за прилавком магазина, а потом по совету мужа попробовала освоить профессию электромонтажника. Сомнений было много, но теперь они все позади. Немаловажным плюсом стал и официальный характер новой работы с соблюдением всех социальных гарантий (чего на прежних местах трудоустройства, увы, не было). Завод же, по словам главы семьи, дает все, что нужно для нормальной жизни.

«Кто завтра будет стоять за станками, молодые на завод не идут, руками работать не хотят и не умеют...» Надуманность подобных «всепопальнические» настроений становится очевидной, когда приходишь на производство и общаешься с молодыми представителями рабочих профессий. Спокойными, уверенными в себе, успешными и самодостаточными людьми, такими, как Сергей Шаров, электрогазосварщик сварочно-сборочного производства ПАО «Электромеханика». К своим 32 годам Сергей владеет профессией в совершенстве, недавно подтвердил высший, 6-й квалификационный разряд. И работой на заводе, которая позволяет ему реализовывать себя и кормить свою семью, доволен полностью.

Иногда Сергей попал на «Электромеханику», еще будучи студентом профессионального училища № 42 – проходил здесь производственную практику. С этого момента вопроса, куда идти работать после окончания, для него не стояло. И даже в экономически непростые времена иного

ОПЫТ, ПРИМЕР, КОММУНИКАЦИИ

Для ПАО «Электромеханика» нынешний год стал насыщенным в плане участия в специализированных выставках. Мы уже писали, что летом предприятие представляло свои достижения на выставке «Металлообработка» в Москве, затем на Международной торговой выставке и техническом форуме литейной промышленности GIFA 2019 в Дюссельдорфе (Германия). Осенью стенды «Электромеханики» были продемонстрированы посетителям еще двух специализированных выставок, каждая из которых является важным для отрасли событием



Единственная в России международная специализированная выставка термического оборудования и технологий «Термообработка» в нынешнем году проходила уже в тринадцатый раз. С 17 по 19 сентября на территории ЦВК «Экспоцентр» (Москва, Краснопресненская набережная, 14, павильон 7, зал 1) развернулась экспозиция, в которой было представлено оборудование и материалы от ведущих мировых и отечественных производителей термического и химико-термического оборудования, оснастки, огнеупоров, теплоизоляции, измерительного, диагностического и аналитического оборудования. Посетители могли ознако-

миться с современными технологиями и оборудованием для термической, термомеханической, термохимической, размерной и поверхностной обработки различных материалов.

Направления ПАО «Электромеханика» совпали с основными разделами выставки: «Термическое и химико-термическое оборудование для отжига, закалки, отпуска». «Индукционное оборудование: печи, промышленные установки и нагреватели», «Преобразователи частоты и трансформаторы для установок индукционного нагрева», «Установки нанесения покрытий, в том числе для плазменного нанесения защитных покрытий», «Оборудование для

электронно-лучевой сварки и сварки в среде аргона». «Оборудование для исследования свойств материалов, неразрушающий контроль», «Центробежное литье коррозионных, жаропрочных и специальных сталей и сплавов».

ПАО «Электромеханика» представила на своем стенде в павильоне № 7 макеты плазменной установки УЦР (Гранула) для получения металлических порошков высокорекреакционных металлов и титановых сплавов методом центробежного распыления, ПВ-900 для вакуумного отжига крупногабаритных сварных конструкций из титана и других металлов, ВИП-НК для получения изделий из жаропрочных сплавов с направленной и монокристаллической структурой, а также образцы порошка жаропрочного сплава и другие материалы, дающие представление о научно-технических возможностях предприятия, а также электронно-лучевую пушку, плазмоторны ПТ-60, ПСМ-2, образцы заготовки и порошка жаропрочного сплава. Оформление стенда было выполнено собственными силами.

В рамках выставки 18 сентября прошла научно-практическая конференция «Инновационные технологии термообработки», в которой приняли участие специалисты научно-технического центра ПАО «Электромеханика». В ходе конференции ведущий инженер-конструктор НТЦ «Электромеханики» Сергей Гусев прочитал доклад о модернизации вакуумной установки УВН 45-180/8,5.

Всего в экспозиции выставки было представлено около 70 компаний из России, Германии, Австрии, Швейцарии, Италии, Франции, Словении, Китая, Турции. Участники выставки предложили современные комплексные технические решения по внедрению и строительству (реконструкции) современных нагревательных, термических, методических печей, тепловых агрегатов с целью повышения их энергоэффективности: уменьшения расхода газа, улучшения качества нагрева заготовок, замена существующей системы нагрева и автоматизации, а также высокотемпературные волокнистые энергосберегающие износоустойчивые футеровочные материалы.

Стенд ПАО «Электромеханика» пользовался интересом у посетителей



выставочного комплекса. Здесь представители предприятия провели встречи с потенциальными покупателями оборудования ПАО «Электромеханика» и возможными поставщиками материалов и комплектующих.

А в октябре в Москве, в КВЦ «Сокольники», проходила 20-я международная выставка сварочных материалов, оборудования и технологий «Weldex-2019». Weldex – не просто самая крупная в России выставка оборудования и материалов сварочного назначения, она имеет международный статус, что подтверждается знаками Всемирной ассоциации выставочной индустрии (UFI) и Российского союза выставок и ярмарок (РСВЯ).

Участники выставки – российские и иностранные производители и поставщики

оборудования и материалов для сварки, промышленных роботов, оборудования для резки металла, оборудования для нанесения защитных и упрочняющих покрытий, оборудования для контроля качества сварных соединений, инструментов и приспособлений для сварочных работ, средств индивидуальной и коллективной защиты, оборудования для обработки кромок.

Для нашего предприятия участие в такого рода выставке является безусловно важным, с учетом того, что публичное акционерное общество «Электромеханика» зародилось именно как сварочные мастерские, и на сегодняшний день проектирование и изготовление оборудования и комплектующих для сварки изделий из конструкционных, жаропрочных, нержавеющих сталей, тугоплавких металлов и их сплавов (титана, молибдена, вольфрама, алюминия и алюминиевых сплавов,

меди и медных сплавов) остается одним из важнейших направлений деятельности нашего предприятия.

«Электромеханика» изготавливает широкую линейку сварочного оборудования, которое классифицируется по способу сварки. Например, оборудование для ручной дуговой сварки (это сварочные горелки собственного производства).

Номенклатура оборудования для аргонодуговой сварки включает в себя установки, предназначенные для сварки изделий и среде защитных газов (кольцевых, продольных швов и швов сложной конфигурации) как в автоматическом, так и в ручном режимах, в контролируемой и неконтролируемой среде, с высокой степенью концентрации дуги, обеспечивающей минимальную зону структурных превращений. В зависимости от предъявляемых требований, наши разработчики дополняют оборудование возможностями механизации и автоматизации процесса сварки в различных пространственных положениях.

Например, установка УСК-2500Р предназначена для автоматической аргонодуговой сварки кольцевых швов; комплекс СКПД-2500 – для сварки швов неплавящимся погруженным электродом; МРК-5 – для контактной роликовой сварки.

Электронно-лучевая сварка в вакууме (следующая группа оборудования, разработанного ПАО «Электромеханика») применяется для обеспечения быстрого плавления и затвердевания металла с получением мелкозернистой структуры шва в производстве деталей из тугоплавких, химически активных металлов и сплавов (вольфрамовых, титановых, молибденовых, циркониевых), а также алюминиевых, титановых сплавов и высоколегированных сталей с зеркально чистой и дегазированной поверхностью свариваемых стыков. И, безусловно, как и в отношении любых других разработок нашего предприятия, каждый из базовых образцов сварочного оборудования производства «Электромеханики» может быть модифицирован под требования конкретного производства.

Эти компетенции нашего предприятия перспективны и востребованы в промышленности, учитывая, что по многим разработкам мы идем наравне с ведущими зарубежными производителями. В сварочной



отрасли, как отметил на открытии выставки «Weldex-2019» академик РАН, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии сварки и диагностики МГТУ имени Н. Э. Баумана, президент Национального Агентства контроля сварки Николай Алёшин, на данный момент наблюдается самый высокий процент импортозамещения – 20%, чем не может похвастаться ни одна другая индустрия. Заминистра промышленности и торговли Российской Федерации Василий Осьмаков назвал «Weldex» одним из ключевых мероприятий сварочной индустрии в нашей стране, а по мнению президента Московского межотраслевого альянса главных сварщиков Юрия Подкопаева, профессиональное общение и представление своей продукции на Weldex – прекрасный способ достигать новых свершений в производстве.

Среди участников и посетителей выставки – генеральные директора, руководители, главные технологи, главные сварщики, инженеры и другие специалисты, отвечающие за закупку оборудования сварочного назначения на российских предприятиях машиностроительной, судостроительной, нефтегазовой промышленности, металлургии, специалисты предприятий автомобилестроения, авиастроения, строительства, военно-промышленного и железнодорожного комплекса, энергетики и ЖКХ, а также дистрибьюторы сварочного оборудования.

По данным организатора выставки, ее гостями стали более шести тысяч человек из 70 регионов РФ и 23 стран. Форум включал в себя обширную деловую программу. В течение четырех дней прошли такие мероприятия, как круглый стол по проблемам сварочной отрасли в РФ, сессия главных сварщиков, мастер-классы современной сварки, конференция по резке, сварке и наплавке алюминия и его сплавов, профессиональные конкурсы.

Стенд ПАО «Электромеханика» располагался в павильоне 4.1 на площади 18 кв.м. На стенде были проведены встречи с потенциальными заказчиками нашего оборудования, а также поставщиками материалов и комплектующих, которые могут быть полезны в нашем производстве. И это, безусловно, стало еще одним шагом на пути к расширению возможностей и компетенций нашего предприятия.

МАСТЕР СВОЕГО ДЕЛА

21 октября губернатор Тверской области Игорь Руденя вручал жителям Верхневолжья федеральные и региональные награды. Среди награжденных – резбошлифовщик механического производства ПАО «Электромеханика» Михаил Дмитриевич Чурсин, удостоенный звания «Почетный работник промышленности Тверской области».



Михаил Дмитриевич – один из тех, о ком говорят, что они – «Золотой фонд предприятия». Общий трудовой стаж – свыше 40 лет, из них более 30-ти отдано «Электромеханике».

На наш завод пришел в июле 1973 года, сразу после окончания профессионально-технического училища № 8. В отделе кадров его направили токарем 3 разряда в цех № 5 (ныне инструментальный участок механического производства). Проработал всего год с небольшим и был призван в армию.

После того, как отслужил положенные два года, Чурсин устроился в войсковую часть 26276, в просторечии – «ремпоезд». А спустя пять лет вернулся на «Электромеханику», в свой инструментальный цех № 5. Сначала работал токарем, а потом переквалифицировался на резбошлифовщика. А профессия токаря, которую он получил в училище, стала для него второй, смежной. И по основной, и по смежной профессиям сегодня Михаил Дмитриевич имеет 6-й квалифика-

ционный разряд. О нем отзываются как о мастере высочайшего класса. Чурсин считается одним из лучших резбошлифовщиков и токарей на заводе. Нет такой работы по его специальности, которую он не смог бы выполнить. Это и пресс-формы для резины и пластмасс, это изготовление сложных штампов, это и резбошлифовка сложных резб, и изготовление другой оснастки повышенной сложности. Хорошо зная особенности различных типов резбошлифовальных и токарных станков, имеющихся на участке, он выполняет на них шлифовку и токарную обработку сложных деталей и инструмента по 1-2 категориям с большим количеством переходов и с труднодоступными для обработки и измерения местами.

Чурсин как высокопрофессиональный специалист активно участвует в разработке новых технологических процессов изготовления узлов и деталей. Разработал и изготовил приспособление по установке резца, центровке сверла рядом с центродержателем, оснастку механической обработки конусов из нержавеющей стали установки «УПУ-8М» методом ротационной вытяжки. Это значительно повысило производительность труда и улучшило качество изготовления изделий. А его рационализаторские

предложения об изменении технологии изготовления клапана установки «АГ-45», деталей и образцов из нитинола снизили трудоемкость изготовления на 12 процентов.

Чурсин шлифует и доводит инструмент и детали для плазмотронов установок центробежного распыления жаропрочных никелевых и титановых сплавов, электронно-лучевых пушек установок.

Опытный и квалифицированный, он является наставником молодых рабочих и студентов машиностроительных специальностей колледжа «Ржевский», проходящих производственную практику на предприятии. Обучил и дал путевку в профессиональную жизнь многим.

За трудовое отличие Михаил Дмитриевич награжден почетными грамотами предприятия и губернатора, министерства промышленности Тверской области, главы Ржева. Имеет благодарности от губернатора Тверской области. Он обладатель знака «Победитель социалистического соревнования 1979 года», знака ЦК ВЛКСМ «Мастер-умелец», удостоен звания «Лучший токарь «Электромеханики». Его имя – в книге Почета завода, а портрет не раз заносился на заводскую Доску Почета. И в юбилейный для ПАО «Электромеханика» год – новое высокое звание.

АМИНОВ А.Б., главный сварщик АО «НПО Энергомаш
им. академика В. П. Глушко»

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ МОНТАЖА, ПУСКО- НАЛАДОЧНЫХ РАБОТ И ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТАНОВКИ ЭКУ-Н

для пайки и термообработки
сборочных единиц
жидкостных ракетных
двигателей (ЖРД)



АО «НПО Энергомаш» – головное предприятие интегрированной структуры, объединившей ведущие российские предприятия ракетного двигателестроения (ИСРД). НПО «Энергомаш» занимается разработкой, производством и испытаниями жидкостных ракетных двигателей для космических ракет-носителей. В 2019 году легендарное предприятие отметило 90 лет со дня основания. За время своей деятельности оно разработало около 60

модификаций ЖРД для выведения в космос космических аппаратов, обеспечения пусков боевых межконтинентальных баллистических ракет, среди которых двигатели для ракет-носителей «Восток», «Союз», «Протон», «Ангара», «Зенит», «Циклон», для проекта «Морской старт», космического комплекса «Энергия – Буран», а также для южнокорейской ракеты-носителя KSLV-1 и американских ракет-носителей «Атлас» и «Антарес». Именно

в НПО «Энергомаш» были разработаны и испытаны двигатели, которые вывели на орбиту первый искусственный спутник Земли и обеспечили полет первого в мире космонавта.

С помощью двигателей разработки НПО «Энергомаш» по сей день надежно выполняется отечественная программа пилотируемых полетов: в 2018 году двигатели семейства РД-107/108 обеспечили четыре пилотируемых пуска ракет-носителей «Союз-ФГ». НПО «Энергомаш» по итогам прошлого года остается мировым лидером ракетного двигателестроения: 24 пуска было выполнено с использованием двигателей разработки предприятия, двигатели разработки и производства НПО «Энергомаш» обеспечили пять пусков американских ракет-носителей «Атлас» и два пуска – «Антарес».

НПО «Энергомаш» давно и плодотворно сотрудничает с ПАО «Электромеханика». Еще в советское время очень большое количество оборудования, в первую очередь сварочного, изготавливалось ржевским предприятием. В конце 2017 года оно выиграло конкурс на выполнение заказа по изготовлению электротермической установки для пайки и термообработки сборочных единиц. Подобные установки, которых ПАО «Электромеханика» изготовила для использования на предприятиях ракетно-космической отрасли несколько в течение последних лет. В декабре 2018 года на АО «НПО Энергомаш» завершены пуско-наладочные работы и введена в эксплуатацию установка ЭКУ-Н для пайки и термообработки сборочных единиц ЖРД.

Хотелось бы остановиться на некоторых аспектах внедрения установки.

Установка ЭКУ-Н изготовлена ПАО «Электромеханика» по техническому заданию АО «НПО Энергомаш» и является продолжением серии вакуумно-компрессионных агрегатов индукционного типа ВКА 200, ВКА 750, ВКА 12-20, ранее спроектированных ФГУП «НПО Техномаш». Включена в перечень определяющего и уникального оборудования АО «НПО Энергомаш».

На установке ЭКУ-Н проведены работы по отработке технологии пайки сборочных единиц в автоматическом режиме. Качество паяных соединений



ЭКУ-Н 1/18

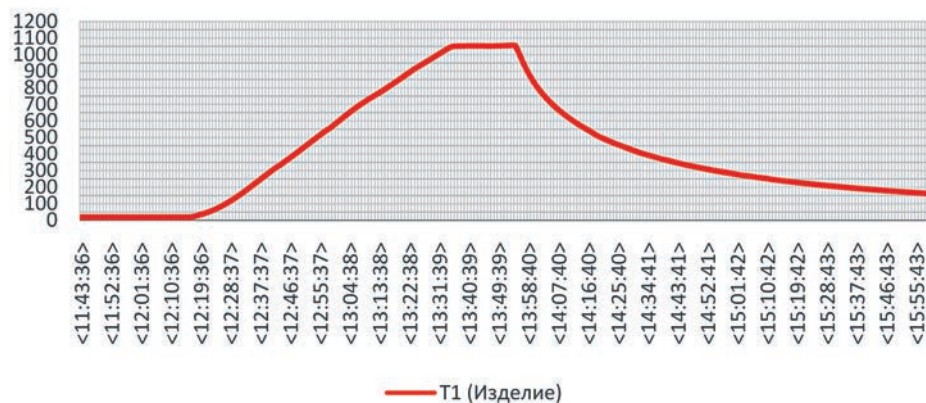
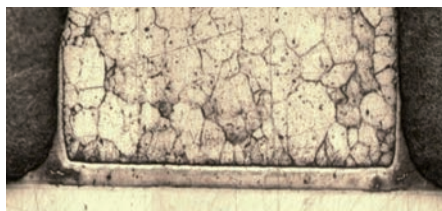
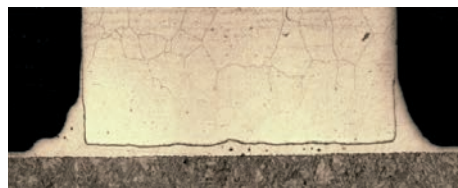


Диаграмма пайки

Паяное соединение с припоем ПМ17
(никелевый сплав+высокопрочная легированная сталь)Паяное соединение с припоем Г70НХ
(никелевый сплав+высокопрочная легированная сталь)

подтверждено результатами гидронеймоиспытаний и металлографических исследований, соответствует требованиям конструкторской документации.

Состав установки:

1. Корпус установки;
2. Корпус теплообменника;
3. Корпус вентиляторной установки;
4. Устройство загрузки-выгрузки;
5. Система вакуумная камеры (насосы золотниковый 2Н-160DV и насос Рутса ZJ300);
6. Система вакуумная УЗВ (насосы плас-

- тинчато-роторные BDR60V -2 шт и насосы Рутса ZJ150-2 шт);
7. Станция гидропривода;
8. Шкаф газонаполнения;
9. Пульт загрузки;
10. Шкаф силовой;
11. Шкаф управления;
12. Батарея конденсаторная;
13. Система водоохлаждения;
14. Преобразователь тиристорный ТПЧТ-600Э – 2 шт;

Особенностью установки ЭКУ-Н является то, что она представляет собой

сложный технический агрегат, имеющий в своём составе сосуд, работающий под давлением при высоких температурах и, следовательно, является опасным производственным объектом, подлежащим учету в органах Ростехнадзора РФ. Кроме того, в составе установки есть два ТПЧ (тиристорных преобразователя частоты) суммарной мощностью 1,2 МВт. Также для охлаждения элементов установки используется водяной контур с достаточно большим расходом воды (до 20 м³/ч).

На основании опыта АО «НПО Энергомаш» мы выработали ряд рекомендаций, которые могут быть полезны как предприятиям-заказчикам, потребителям подобного оборудования, так и ПАО «Электромеханика» как его производителю, чтобы усовершенствовать свою продукцию в обоюдных интересах.

Во-первых, мы рекомендовали бы предприятию-заказчику составить план мероприятий по вводу в эксплуатацию установки сразу после подписания договора (с учетом сроков изготовления установки (11 месяцев). При этом, ещё на этапе подготовки технического задания, было бы правильным определиться с участком размещения установки и ориентировочным подводом коммуникаций (Силовая питающая электрическая сеть, система охлаждения, система подачи аргона в корпус, система подачи воздуха на уплотнение и пневмо-клапаны давлением не менее 20 кгс/см², система сброса давления из корпуса за пределы помещения). Энергетические сети предприятия должны иметь резервы и мощности для подключения установки – на это непременно нужно обратить особое внимание. Необходимо подведение питающей сети (0,4кВ) с учетом суммарной мощности оборудования 1,5МВт.

Во-вторых, фундамент установки и коммуникации должны отвечать требованиям Ростехнадзора, по этой причине необходимо провести предпроектное обследование строительных конструкций для размещения установки, выполнить проект на размещение установки и подведение коммуникаций, провести экспертизу проекта, с регистрацией в Ростехнадзоре РФ, произвести строительномонтажные работы, а после завершения пуско-наладочных работ (одновременно

Основные технические характеристики установки ЭКУ-Н

№ п/п	Характеристика	Ед.изм.	Диапазон значений
1	Размеры рабочего пространства:		
	- Внутренний диаметр муфеля (не менее)	мм	1150
2	- Длина рабочей зоны муфеля (не менее)	мм	2000
	Вакуум в полости сборочной единицы	мм. рт. ст.	1×10^{-3}
3	Максимальное избыточное давление аргона в рабочем объеме корпуса компрессионного	кгс/см ²	12
4	Максимальная температура нагрева сборочной единицы	°С	1250
5	Время охлаждения сборочной единицы от температуры 1200°С до температуры 600°С	мин	25
6	Вращение сборочной единицы с реверсом. Регулируемая частота вращения	об/мин	от 0 до 8,00
7	Давление в дополнительной магистрали подачи аргона в сборочную единицу	кгс/см ²	0÷12
8	Длительность технологического процесса, максимально.	час	12
9	Температура наружных стенок установки во время нагрева	°С	40
10	Количество измеряемых по температуре точек на сборочной единице	шт.	5
11	Количество измеряемых по температуре точек на экране нагревателя (муфеля)	шт.	2
12	Остаточное давление в рабочем объеме корпуса компрессионного перед заполнением его инертной средой.	мм. рт. ст.	1×10^{-2}
13	Максимальная масса садки (сборочная единица+технологическое приспособление без учета элементов технологического оснащения установки (не менее)	кг	800
14	Суммарная мощность 2 (двух) тиристорных источников питания	кВт	1200
15	Точность регулирования температуры сборочной единицы	°С	±5
16	Максимальные габаритные размеры для размещения оборудования (длина x ширина x высота)	м	19x8,5x3



Вид системы управления ЭКУ-Н



с вводом в эксплуатацию) корпус установки должен быть поставлен на учёт в территориальном органе Ростехнадзора.

Обратите внимание на то, что все работы должны быть проведены специализированными организациями, имеющие соответствующие лицензии.

Несколько рекомендаций технического плана. Опыт работ показал, что индукторы необходимо доставлять отдельно, и обязательно опрессовывать и проверять на герметичность перед установкой в корпус. Корпус теплообменника мы советуем проверить на герметичность до установки на корпус для исключения попадания влаги в камеру. При этом желательно иметь запасной трубный пучок. Необходимо учесть, что ресурс экраннагревателя (муфеля) составил 60 нагревов температура сборочных единиц $\frac{1}{2}$ до 10000С, $\frac{1}{2}$ до 12000С) – примерно 3-4 ме-

сяца работы.

При приемо-сдаточных испытаниях мы тестируем уровень шума установки (создаваемый ТПЧ). В установке ЭКУ-Н, изготовленной для АО «НПО Энергомаш», по сравнению с ранее внедренной на предприятии КБХА г. Воронеж аналогичной установкой, уровень шума значительно снижен (это было указано в наших требованиях к параметрам). Кроме того, мы в обязательном порядке проверяем вакуум и натекание перед футеровкой корпуса, поскольку в случае обнаружения течи индукторов невозможно откачать вакуум до требуемых параметров 1×10^{-2} мм.рт.ст, из-за чего возможен демонтаж футеровки.

С целью защиты персонала в случае разгерметизации корпуса установки (выхода из строя уплотнения из вакуумной резины сечением 36x12 мм) необходимо

предусмотреть устройство защитное «Экран», т.к. разгерметизация может произойти при высокой температуре 12000С и давлении 10 атм. На АО «НПО Энергомаш» защитное устройство было установлено в процессе эксплуатации установки.

В системе охлаждения установки ЭКУ-Н используется проточная вода. Если ее качество в системе водоснабжения оставляет желать лучшего (как в случае АО «НПО Энергомаш»), то при существует риск засорения внутренних контуров ТПЧ, индукторов, теплообменника, рубашек охлаждения установки, что может привести к выходу из строя установки. По этой причине мы считаем, что целесообразно выполнить замкнутую систему охлаждения. Для охлаждения ТПЧ, как наиболее чувствительного к качеству охлаждения элемента установки, возможно предусмотреть отдельный чиллер, т.к. в летнее время нагрузка на ТПЧ возрастает с учетом повышения температуры воды в контуре системы охлаждения.

В связи с этим ПАО «Электромеханика» мы рекомендовали бы проработать вопрос о более интенсивном охлаждении ТПЧ (предусмотреть отдельный чиллер, увеличить сечение охлаждающих контуров) для исключения риска аварийных отключений, особенно в летние месяцы.

Кроме того, наши специалисты предлагают ПАО «Электромеханика» проработать вопрос о замене типа теплоизоляции в установках следующего поколения. Так, вместо кладки из шамотного кирпича целесообразно было бы предусмотреть легко снимаемую теплоизоляцию. В настоящее время для проверки и ремонта индукторов необходимо снимать изоляцию из шамотного кирпича, что может вывести установку из эксплуатации на значительное время (до 2-х месяцев).

Нужно добавить, что установка ЭКУ-Н успешно внедрена на АО «НПО Энергомаш». Это оборудование безусловно в целом отвечает требованиям технического задания АО «НПО Энергомаш». Специалисты предприятия-изготовителя осуществляют оперативное гарантийное обслуживание установки ЭКУ-Н, по запросу АО «НПО Энергомаш» они приезжают в течение 1-3 рабочих дней.

В настоящее время начата пайка товарной продукции.

ВЕСОМЫЕ РЕКОРДЫ, МЕДАЛИ И ПРИЗЫ

Снова в большом зале «Дельфина» многолюдно, гремит тяжелая музыка и железо. Снова на электронном табло мелькают трехзначные числа, обозначающие вес штанги, которую спортсмены-силачи жмут от груди и в приседе, с каждой попыткой стараясь показать лучший результат. Открытый мастерский турнир по силовым видам спорта, посвященный 80-летию ПАО «Электромеханика», стартовал накануне юбилея, утром 18 августа. И вновь, как и в прошлом году, собрал десятки участников не только из Ржева, но и из соседних районов и областей.

В зале к началу соревнований уже было много зрителей. Спортсменов обычно приходят подержать целыми семьями, и поэтому неудивительно, что в нескольких метрах от тяжелого помоста слышны детские голоса. Ребятишки знакомятся, играют, бегают, ползают – а их папы в это время ставят личные рекорды, а мамы фотографируют своих силачей на телефон. А случается, что и участвуют в соревнованиях они вместе. Так, в нынешних было сразу два Александра Березникова – отец в ветеранской категории и сын в юниорской.



В таких турнирах традиционно участвуют не только папы, но и дедушки и совсем молодые юноши. И девушки, конечно, тоже – женский пауэрлифтинг в России достаточно популярен, а встретив на улице такую спортсменку, в жизни не подумаешь, что эта вот миловидная девушка способна взять вес вдвое больше собственного. А это так.

В 10 утра, после обязательного взешивания, начался присед со штангой, и в числе первых, кто вышел на помост, была Екатерина Сорока, которая во второй попытке подняла сто, а в третьей – 107,5 кг. А когда на помост начали выходить мужчины, цифры на табло стали расти: 180, 220, 250... Виталий Бобров успешно поднима-

ет сначала 252, потом 265 килограммов. Рауль Апсов выходит, чтобы покорить 270 – и да! «Гуд лифт», – звучит в микрофон голос главного судьи соревнований. Это значит, вес взят.

А пока помощники перемонтируют помост, готова его для следующего вида – жима лёжа – фитнес-группа занимает паузу спортивным танцем на степе с мячами-фитболами.

Именно за рекорд в жиме лёжа организаторы учредили самый большой денежный приз: 20 тысяч рублей. Еще два, уже по 15 тысяч рублей – за лучший результат в пауэрлифтинге и становой тяге. Неплохой стимул, чтобы выложиться по полной!





Спортсмен из Талдома Московской области Андрей Сапожников хорошо известен в спортивной среде. Недавно он установил новый мировой рекорд, который с 1986 года не давался никому. Российский пауэрлифтер Андрей Сапожников установил рекорд по жиму лежа – сумел поднять штангу массой 272,5 килограмма, не используя специальной экипировки. Причем собственный вес спортсмена – 90 кг. О том, что такой чемпион приедет в Ржев, не было известно заранее

даже организаторам. А его пригласил поучаствовать в соревнованиях товарищ. И приехал Андрей не зря: здесь, в Ржеве, он взял-таки главный приз и получил от организаторов сертификат на денежный приз!

Впрочем, вознаграждение для спортсменов никогда не было главным. Соревнования шли уже больше двух часов, и ни в одном виде не было недостатка желающих попробовать свои силы. Выходили на помост спортсмены абсолютно разных весовых и возрастных категорий:

и juniоры, и ветераны. Попытки были удачными и неудачными, и предсказать заранее, какой будет следующая, зрителям было невозможно. Например, когда Юрию Соловьеву в жиме лежа сначала не засчитали 240, потом – 245 кг, многие недоумевали: зачем он идет на третью попытку, чтобы снова не взять, на этот раз 250 кг?! А он – взял!

Директор ФОК «Дельфин» Сергей Аладышев – сам спортсмен-тяжеловес. Вот он выходит из-за судейского стола, жмет от груди 184 кг – и невозмутимо возвращается на место, только чуть дыхание сбилось.

Следующая – становая тяга. И тут уже пошли такие массы, от которых дугой гриф штанги гнется, когда помощники вешают на нее тяжелые блины. Вот Александр Березников выходит и поднимает



вначале 240, а затем уже 260 кг. А когда Рауф Апсов после удачной попытки поднять 300 кг (зрители смотрели на нее затаив дыхание) заявил следующую в 305, помощникам пришлось изрядно потрудиться, отыскивая в ФОКе подходящие по весу грузы. Такой же вес попытался взять и ржевитянин Константин Азизмаматов, несмотря на то, что на предыдущей удачной попытке в 300 кг весом он неудачно потянул ногу.

У каждого спортсмена – свои нагрузки, свои возможности и свои традиции. Кто-то выходит спокойно и размеренно, поднимает штангу так, будто выполняет каждодневную привычную работу, и возвращается на место. Кто-то просит музыку погромче и пободрее, а перед выходом подстегивает себя на эмоции, что-

то выкрикивая или порывкая. Но равнодушных зрителей не оставляют ни те, ни другие: каждая неудачная попытка сопровождается сочувственными возгласами из зала, а каждая удачная – громкими аплодисментами. А когда под завершение соревнований пятеро спортсменов состязались в народном жиме (когда нужно поднять от груди штангу весом, равным собственному весу спортсмена, максимальное количество раз), зал считал почти хором – и это несмотря на то, что турнир шел уже более четырех часов. Отличный результат снова показал Нодар Цуцкиридзе: 105 кг 35 раз! Чуть больше только у Дмитрия Лебедева: 82,5 кг ему удалось поднять от груди 36 раз.

И вот долгожданное награждение: тяжелые, под стать спорту, медали от ор-

ганизаторов, грамоты с логотипом «Электромеханики» и, конечно, денежные призы. Рекорд в жиме лёжа установил Андрей Сапожников из Талдома – ему был вручен сертификат на сумму 20 тысяч рублей. Лучший результат в пауэрлифтинге и сертификат на 15 тысяч – у Виталия Боброва из Твери. А ржевитянин Константин Азизмаматов заслуженно получил такой же за рекорд в становой тяге. И на пьедестал почета спортсмены выходили вместе с детьми – это для многих традиция. Правда, у Березниковых получилась небольшая путаница: потребовалось уточнение, какого из них вызывают на награждение. Впрочем, первые места завоевали и один, и другой Александры. А групповое фото на память – еще одна добрая традиция подобных соревнований. Без сомнения, силачи в этом зале будут собираться еще не раз.



ЗАПЛЫВ В ДЕНЬ ЗНАНИЙ

В декабре, когда новый номер нашего журнала увидит свет, в физкультурно-оздоровительном комплексе «Дельфин» юные спортсмены будут активно готовиться к очередному турниру по плаванию. Теперь занятия и соревнования проходят в похорошевшем отремонтированном бассейне –

летом ПАО «Электромеханика» провело комплексный ремонт и модернизацию оборудования водоочистки, помещений и большой ванны бассейна физкультурного комплекса. Вкладывая средства в реконструкцию ФОКа, предприятие тем самым дает импульс к развитию спорта в Ржеве, в том числе и тех его видов, которые до этого десятилетиями оставались незаслуженно забытыми. Как, например, плавание. Теперь научиться плавать здесь могут дети с 4-летнего возраста. Очередной торжественный выпуск малышей, которые занимались с конца мая по программе «Научи ребенка плавать за лето», состоялся 1 сентября



Эта группа была задумана больше трех лет назад, – говорит директор ФОК Сергей Аладышев. – Малый бассейн тогда не был востребован вообще, поэтому, придя к руководству спорткомплексом, мы стали думать, как изменить ситуацию. Специально обучили на курсах в Москве тренера Татьяну Малинкину для работы с маленькими детьми и стали формировать группы обучения плаванию. 1 сентября этого года состоялся очередной выпуск, на котором дети показали свои навыки на дистанции 25 метров и традиционно получили значки «Я умею плавать».

И для малышей, и для их родителей событие было долгожданным и волнительным. Для родителей – особенно: видеть, как твой малыш, который совсем не

давно боялся воды, бесстрашно прыгает в бассейн и, стараясь, брызгаясь, медленно, но уверенно плывет к противоположному бортику – большая радость.

Примерно половина из этих ребят продолжит занятия в большом бассейне, другая – нет. Часто родителям важно, чтобы сын или дочь научились держаться на воде, а спортивной карьеры пловца они для них не планируют. Но и базовое умение плавать, согласитесь, важно! Именно поэтому группы так востребованы. Тренер Татьяна Малинкина все лето занималась с малышами шесть дней в неделю, в шести группах обучалось около 70 человек. И сегодня открыт набор на новый курс «Научи ребенка плавать» с торжественным выпуском в предновогодние дни. Такие заплывы, где дети получают не только значки и сертификаты, но и ново-

годние подарки от Деда Мороза и Снегурочки, стали традицией – они проходят уже три года подряд. Но и само умение плавать – отличный новогодний подарок.

Первое занятие нового курса запланировано на 24 сентября, группы еще формируются. А многие из числа тех, кто научился плавать этим летом, начинают тренировки в большом бассейне. На сегодняшний момент сформировано уже 11 групп, график расписан по часам.

После ремонта в бассейне видны улучшения. Полностью реконструирована система вентиляции, установлены новые пластиковые окна, заменено освещение, отремонтирован хамам, на очереди – сауна (сейчас руководство спорткомплекса подбирает модель электроустановки для отопления сауны). И, конечно, сам бассейн стал другим. Посетители отмечают чистоту и будто совсем другое качество воды.

– Каждые шесть часов все четыреста тонн воды из большой ванны циркулируют, проходя через новые фильтры с кварцевым песком, – поясняет Сергей Михайлович. – Когда мы завершим ремонт мужских раздевалок, приступим к ремонту женских.

«Дельфин» востребован. Однако сам Сергей Аладышев с сожалением констатирует, что спорт, который во времена его детства и юности был нормой жизни, таковым быть перестал. «Такого не было, чтобы в классе парень не мог подтянуть-



ся! – сетует он. – Сейчас половина не умеет. А ведь им в армию идти!»

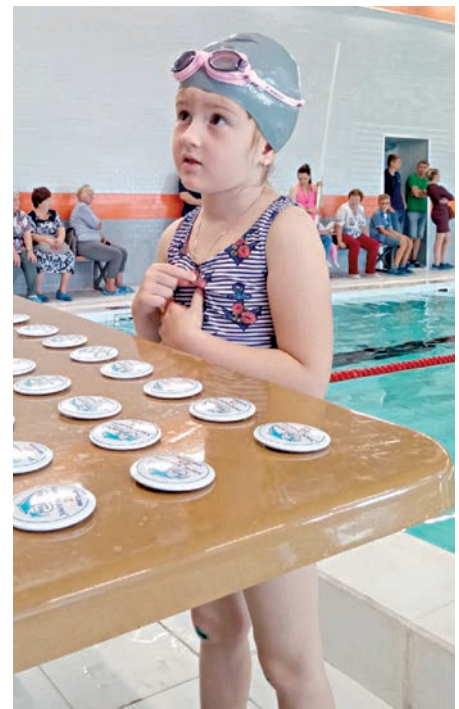
«Спасибо вам за то, что стараетесь изменить ФОК «Дельфин» к лучшему! Сюда стало приятно приходиться!», «Благодарим весь коллектив физкультурно-оздоровительного комплекса «Дельфин» за внимательное и доброжелательное отношение, наши дети научились плавать!...» – такими и другими благодарностями пестрит книга отзывов на стойке регистрации в ФОК «Дельфин».

Вообще, для занятий физкультурой и спортом и просто для активного досуга в «Дельфине» созданы хорошие условия. И для взрослых, и для детей. Шесть раз в неделю проходят групповые занятия по аэробике и аквааэробике. Работает тренажерный зал, закуплены новые беговые дорожки. Для детей организованы шахматные кружки, футбольные секции, которые посещают дети с 4-х лет. А начать приобщение к спорту можно как раз с плавания – это, кроме навыков, дает закаливание и общеукрепляющий эффект.

– Плавание очень полезно в

борьбе с нарушениями осанки, – говорит Татьяна Малинкина. – Занятия повышают выносливость, развивают мускулатуру. Вообще, любой вид спорта, кроме травмоопасных – благо для ребенка. Плавание улучшает состояние мышц спины, грудной клетки и поясницы. Активное движение ног в воде укрепляет стопы и предупреждает развитие плоскостопия. В плавании развивается и тело, и разум – физическая активность улучшает способности к наукам, усиливает активность мозга. Исследования ученых доказали: если ребенок в течение трех месяцев постоянно занимается плаванием, это на 30 процентов увеличивает приток крови в ту часть головного мозга, которая отвечает за память и обучаемость.

Это ли не аргумент? А бонусом будет умение как минимум держаться на воде. Хотя многие ржевские ребята уже настолько увлеклись этим видом спорта, что берут спортивные разряды и ездят на соревнования в другие города. Плавание в Ржеве развивается, и сегодня следующая группа детей, которые еще совсем



недавно не умели держаться на воде, участвует в программе «Научи ребенка плавать к Новому году».



Нынешней осенью, в канун Дня машиностроителя, на «Электромеханике» проводились экскурсии для учащихся трех профессиональных колледжей и старшеклассников четырех общеобразовательных школ города. Предприятие уделяет большое внимание привлечению новых молодых кадров. Знакомясь с производством, многие из этих ребят задумаются о будущем месте работы, а выпускники школ – о выборе будущей профессии. ПАО «Электромеханика» давно поддерживает тесные связи с профессиональными и общеобразовательными учебными заведениями, и одной из форм работы с ними как раз и являются такие традиционные ознакомительные и тематические экскурсии.



Waterjet», которое производит резку материала за счет высокого давления воды. Экскурсанты наблюдали, как работают установки газоплазменной резки «Кристалл» и более современная «Аjan».

На сварочном участке ребята узнали, какие виды сварки проводятся в нашем производстве, как работает оборудование, в том числе аппараты с программным управлением. Недавно для сварочного участка приобрели новые сварочные комплексы, позволяющие выполнять работы на крупногабаритных деталях из толстолистового металла в автоматическом режиме, что позволяет получить шов лучшего качества за меньшее количество операций.

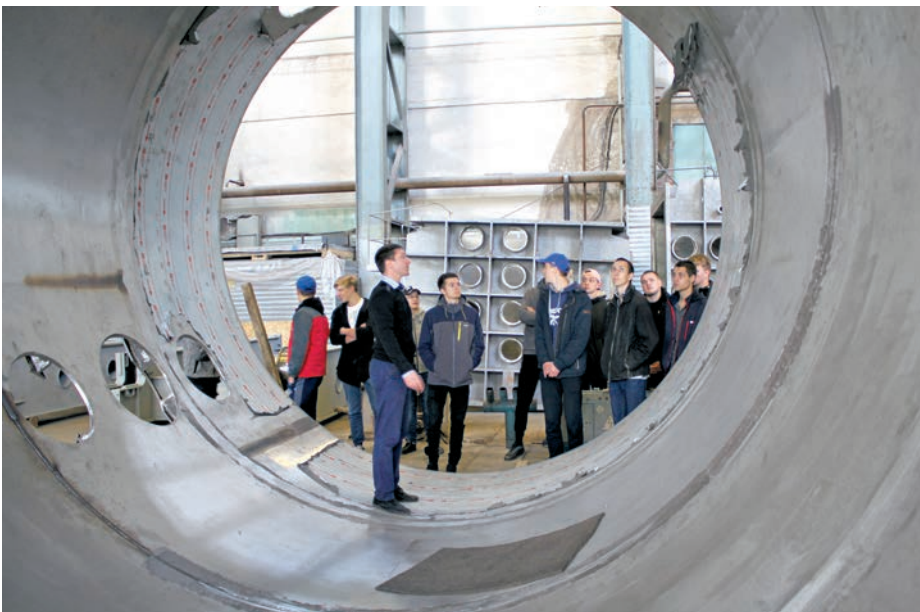
Затем экскурсия продолжилась на механическом производстве. Учащихся познакомили со станочным парком, дали подробную информацию, какие изделия изготавливаются на том или ином станке, из какого материала. За последние три года для механического производства было приобретено несколько единиц нового современного оборудования. Это

ИЗ КЛАССА – В ЦЕХ

Экскурсии проводили заместитель начальника механического производства Александр Кудрявцев, начальник участка сварочно-сборочного участка Алексей Бурменко, начальник сборочного производства (СП) Евгений Романов и начальник участка СП Константин Румянцев. Вначале ребятам

рассказали об истории предприятия, чем оно занимается и куда идет производимая им продукция.

Непосредственное знакомство с заводом началось с заготовительного участка сварочно-сборочного производства, где установлено оборудование гидроабразивной резки «ALBA» и «Sanrice



обрабатывающий центр «WVC-1600», выполняющий широкий спектр фрезерной обработки, горизонтально-расточные станки «НВМ-4 «Челленджер», предназначенные для расточки объемных корпусных изделий, токарные станки с ЧПУ – «ВНС-26120» и «ВНС-1860», позволяющие обрабатывать детали сложной конфигурации. И еще недавно приобретенные токарный станок с ЧПУ и токарно-фрезерный станок с автоматической подачей заготовки. Оба станка произведены тверским станкостроительным заводом «Станкомашкомплекс». Они укомплектованы схожим программным обеспечением для удобства операторов, чтобы они могли заниматься одновременно технологическими процессами на нескольких единицах оборудования. Естественно, такое современное оборудование привлекло особенное внимание молодых людей, равно как их заинтересовала и установка для лазерной резки «Vodor», которую им показали в сборочном производстве.

На участках сборки ССП и СП гости смогли увидеть, какую сложную продукцию производит «Электромеханика» (это установки «ВИП-НК», барокомплекс, «АПН-250», «Гранула-2500», «УПНЦ»). Будущие молодые специалисты из колледжей и школьники, стоящие перед выбором профессии, теперь знают, как интересно работать на предприятии, изготавливающем уникальное оборудование.





шесказанного. Поэтому предприятие активно участвует в общегородских спартакиадах, поэтому на территории оборудован тренажерный зал для всех желающих. Поэтому вернулся в заводскую собственность физкультурно-оздоровительный комплекс «Дельфин», где проводятся турниры и праздники городского, областного и всероссийского уровня. Поэтому одним из направлений общественно значимой и благотворительной деятельности ПАО «Электромеханика» является поддержка детского спорта и установка в микрорайонах города не только детских игровых, но и спортивных комплексов для малышей и ребят постарше.

Нынешней осенью у нас в городе благодаря «Электромеханике» появились

СИЛА И ЗДОРОВЬЕ НАЧИНАЮТСЯ ЗДЕСЬ!

Кубеждению, что занятия физкультурой и спортом – не просто увлечение, а жизненная необходимость, рано или поздно приходит почти каждый из нас. Вот только иные понимают это слишком поздно, у других просто не хватает силы воли записаться в тренажерный зал, третьих в детстве не



научили делать зарядку родители, и поэтому они упустили самое благодатное в жизни для тренировок организма время... А сегодня, когда взрослые и дети мало ходят пешком и чаще ездят на авто или общественном транспорте, а то и вовсе сидят перед светящимися экранами часы и дни напролет, пропагандировать физическую активность и занятия спортом нужно ради здоровья будущего поколения. И приобщать к спорту нужно с малых лет.

Руководство ПАО «Электромеханика» хорошо понимает важность вы-

несколько спортивных сооружений. Двор многоквартирного дома по ул. Куприянова, 15 окружен частным сектором, и детей в округе много. Теперь ребята могут не только играть, но и заниматься спортом на новой площадке для воркаута, которую торжественно открыли 6 сентября. Благодаря организаторам, в числе которых был и ФОК «Дельфин», здесь состоялся самый настоящий спортивный праздник, в ходе которого профессиональные спортсмены: директор ФОК «Дельфин» Сергей Аладышев и дипломированные тренеры Наталья Наумова и Алексей Ви-



ноградов продемонстрировали ребятам, как много упражнений можно делать на площадке. Дружная детвора старательно демонстрировала свои умения - соревновалась в армлифтинге и сдавала нормы ГТО, а затем отправилась на чаепитие, к которому организаторы припасли сладкие подарки.

Еще один подобный спортивный праздник прошел в микрорайоне льночесальной фабрики. Этот район в последнее время ожил, и во многом благодаря активной деятельности руководителя клуба «Текстильщик» Дианы Родионовой, которая недавно стала депутатом Ржевской городской Думы. Здесь весело и многолюдно проходят организованные клубом Дни микрорайона и мероприятия к праздничным датам, действуют различные кружки и секции для детей и взрослых. Теперь жители «Ральфа» (так называют этот район горожане) смогут стать и чуточку спортивнее. Опробовать новую спортивную площадку, подаренную и установленную «Электромеханикой», решилась, несмотря на возраст, даже Баба Яга – что уж говорить о более молодых участниках праздника. И дети, и их родители с удовольствием приняли участие в спортивных состязаниях и эстафетах, получив за участие сладости. Жители посёлка поблагодарили председателя Совета директоров ПАО «Электромеханика» Андрея Константинова и депутата Законодательного собрания Тверской области Романа Крылова за установку воркаут-площадки и планируют принимать дальнейшее участие в благо-



устройстве территории, где теперь есть спортивная площадка для детей.

А ПАО «Электромеханика», в свою очередь, планирует и дальше развивать детский спорт и дарить горожанам новые спортивные площадки и новые спортивные праздники.



ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КАЛЕНДАРЬ на 2020 год

Январь						
Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Вс
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

Февраль						
Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Вс
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	

Март						
Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Вс
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

Апрель						
Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Вс
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30*			

Май						
Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Вс
				1	2	3
4	5	6	7	8*	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

Нормы рабочего времени на 2020 год

	Календар- ных дней	Рабочих дней	Выходных и праздни- чных	Рабочее время в неделю	
				40 часов	36 часов
Январь	31	17	14	136	122,4
Февраль	29	19	10	152	136,8
Март	31	21	10	168	151,2
1 квартал	91	57	34	456	410,4
Апрель	30	22	8	175	157,4
Май	31	17	14	135	124,4
Июнь	30	21	9	167	150,2
2 квартал	91	60	31	477	429
1 полугодие	182	117	65	933	839,4
Июль	31	23	8	184	165,6
Август	31	21	10	168	151,2
Сентябрь	30	22	8	176	158,4
3 квартал	92	66	26	528	475,2
Октябрь	31	22	9	176	158,4
Ноябрь	30	20	10	159	143
Декабрь	31	23	8	183	164,6
4 квартал	92	65	27	518	466

Июнь						
Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Вс
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11*	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

Июль						
Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Вс
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

Август						
Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Вс
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

Сентябрь						
Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Вс
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30				

Октябрь						
Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Вс
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Ноябрь						
Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Вс
						1
2	3*	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

Декабрь						
Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Вс
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31*			

* - предпраздничные дни, где продолжительность работы сокращается на один час