



Научно–технический журнал

**ЭЛЕКТРОМЕХАНИК**

№8 | март 2016 | [www.el-mech.ru](http://www.el-mech.ru)

## ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И УНИКАЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ – АТРИБУТЫ МОЩИ И СИЛЫ ГОСУДАРСТВА

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭКСКЛЮЗИВНОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОТЖИГА  
КОНСТРУКЦИЙ САМОЛЕТА  
«БЕЛЫЙ ЛЕБЕДЬ»**



**АВИАЛИТ**  
Научно-производственный центр

Современные технологии литья.  
Высококачественное магниевое и  
алюминиевое литьё.

**ЕСТЬ СОВЕТ У МОЛОДЫХ**  
на ПАО «Электромеханика»  
с 2009 года действует  
«Совет молодых работников»



**КАДРЫ РЕШАЮТ ВСЕ**

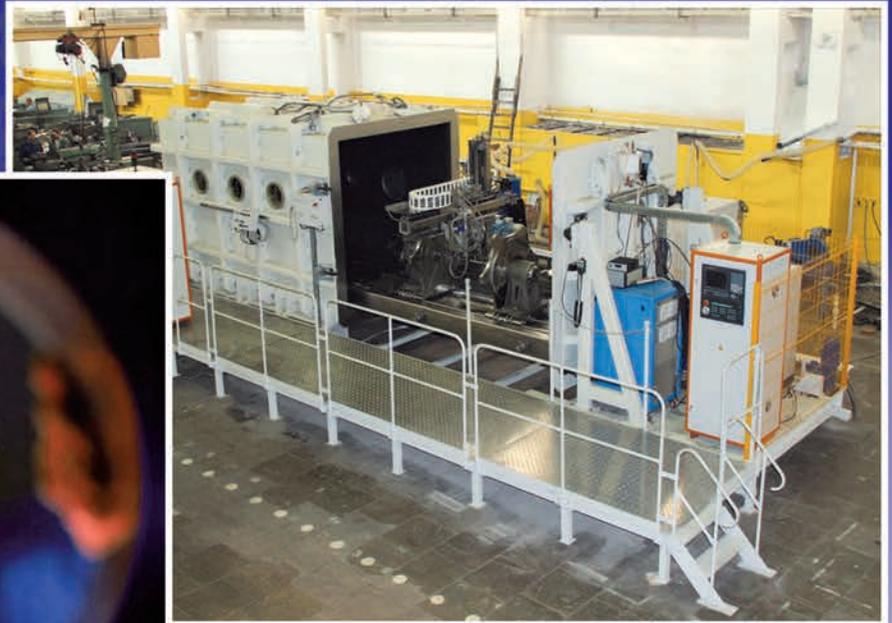
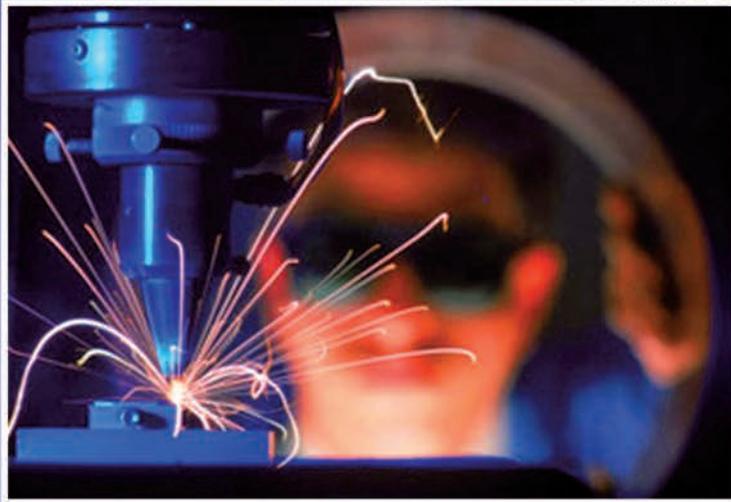
Глава  
технической  
семьи  
Сергей  
ГЕНЧЕНКОВ



Трудовая  
династия  
ОРТИНЫХ

**ПРОМЫШЛЕННОСТЬ РЕГИОНА  
НУЖНО ПОДДЕРЖИВАТЬ  
НЕ ТОЛЬКО СЛОВАМИ**





## ПРИГЛАШАЕМ НА КОНФЕРЕНЦИЮ

ПАО «Электромеханика» приглашает Вас **19-20 мая 2016 года** принять участие в ежегодной научно-технической конференции «Специализированное оборудование для современных технологических процессов», на которой Вы сможете познакомиться с направлениями деятельности нашей компании и узнать о современных достижениях ПАО «Электромеханика».

## ТЕМЫ КОНФЕРЕНЦИИ

- Инновационное технологическое оборудование вакуумной индукционной плавки для получения крупногабаритных изделий с различными структурами.
- Специализированное компрессионное оборудование для газовой термической обработки изделий.
- Специализированное оборудование для реализации аддитивной технологии методом лазерного послойного спекания.
- Специализированное сварочное оборудование, в том числе электронно-лучевые технологические комплексы.
- Специализированное технологическое оборудование для нанесения защитных покрытий методом электронно-лучевого испарения и конденсации в вакууме. Оборудование для газолитирования и имплантации поверхности.
- Современные системы управления специализированным технологическим оборудованием. Источники питания.

По вопросам участия обращаться:  
телефон: +7 (48232) 2-40-37  
E-mail: info@el-mech.ru

Заявки принимаются до 3 мая 2016 года.

**Уважаемые читатели!**

Первый в 2016 году номер нашего журнала выходит буквально через несколько дней после подписания важного не только для ПАО «Электромеханика», но и для других предприятий авиастроительной отрасли решения о модернизации Казанского авиационного завода им. С.П. Горбунова с целью возобновления серийного производства бомбардировщика Ту-160. В рамках реализации указанного проекта ржевский завод примет участие в восстановлении оборудования КАЗ. Эта тема стала главной в №8 журнала «Электромеханик».

Данный проект – знаковое событие для России. Это ответ всем скептикам, говорившим, что за двадцать лет оборудование устарело, а смежные предприятия прекратили выпуск комплектующих. Это – аргументированный показатель того, что государство намерено укреплять военно-воздушную мощь нашей страны, решать стратегические задачи и готово финансировать такие проекты.

Значит, будут развиваться сопутствующие производства. Однако они сами должны быть к этому готовы. Но с тем, чтобы остаться в тренде, справляться не все. Пример тому – нынешнее положение Савеловского машиностроительного завода. Невозможность рассчитаться за потребленные ресурсы, задолженности по зарплате, фискальные проверки, полуутраченный коллектив и надежды на помощь властей – вот сегодняшний день предприятия, которое вчера получало многомиллионные государственные контракты, а позавчера, ведомое кем-то из череды директоров, предпринимало попытки поглощения ржевской «Электромеханики». К сожалению, сложное положение – результат непродуманной политики преходящего руководства некогда одного из флагманов отечественного станкостроения.

Каким предприятиям государство готово помогать – об этом еще один материал свежего номера. Министр региональной промышленности Евгений Вожакин провел в Ржеве совещание и посетил «Электромеханику». Кстати, в апреле здесь запланировано выездное совещание федерального Минпромторга, и об этом мы обязательно расскажем в ближайших номерах. А в мае предприятие гостеприимно распахнет двери для участников традиционной научно-технической конференции, куда снова съедутся ведущие специалисты отрасли со всей России. Уже сейчас план и список докладов конференции дорабатываются.

Когда верстался номер, на ПАО «Электромеханика» пришло письмо от потенциального заказчика, в котором тот выражал готовность подать заявку на оборудование, описание которого увидел в 7-м выпуске нашего журнала. Это очень позитивный момент. Читайте нас дальше, общайтесь с коллегами, поддерживайте сложившиеся связи, находите новых заказчиков, а мы постараемся рассказывать о производстве, научных достижениях, успехах наших партнеров, социальных инициативах – обо всем том, из чего складывается каждый номер журнала «Электромеханик».

С уважением,  
Светлана АРТЕМЬЕВА, главный редактор

**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>ГЛАВНАЯ ТЕМА</b> _____	<b>2</b>
«Белый лебедь» встает на крыло	
<b>НАУКА</b> _____	<b>7,12</b>
Интеллектуальные технологии и специализированное оборудование для получения новых композиционных материалов	
Ионный пучок: новые технологические применения	
<b>НА СВОЕМ МЕСТЕ</b> _____	<b>17,26</b>
Глава технической семьи	
Трудовая династия Ортиных	
<b>НОВОСТИ ОТРАСЛИ</b> _____	<b>19</b>
<b>НАШИ ПАРТНЕРЫ</b> _____	<b>20,28</b>
Разработка и внедрение роботизированного комплекса для изготовления форм по выплавляемым моделям для отливок ракетно-космической техники	
НПЦ «Авиалит»: центр компетенции в сфере магниевого, алюминиевого литья и получения спецсплавов	
<b>ВИЗИТЫ</b> _____	<b>33</b>
Промышленность региона нужно поддерживать не только словами	
<b>НАГРАЖДЕНИЯ</b> _____	<b>38</b>
Почетный работник промышленности Тверской области	
<b>ПАМЯТЬ</b> _____	<b>39</b>
Они воевали на ржевской земле	
<b>ИНИЦИАТИВА</b> _____	<b>41,46,48</b>
Есть совет у молодых	
Спортклуб на территории завода	
Умеют отдыхать и работать	
<b>СОЦИАЛЬНАЯ РОЛЬ</b> _____	<b>44,49</b>
55 лет сотрудничества	
Праздничные мероприятия для отдыха детей заводчан	
<b>ПРАВО</b> _____	<b>44</b>
Махинации с командировочными могут дорого обойтись	

**«Электромеханик»**  
Научно-технический журнал  
№ 8  
Март 2016

**Редакционная коллегия:**  
Светлана АРТЕМЬЕВА  
(главный редактор)  
Андрей КОНСТАНТИНОВ  
(составление, консультация)

**Верстка:** Светлана РОМАНОВА  
**Автор дизайна:** Ольга СОБОЛЕВА

Перепечатка материалов возможна только по согласованию с редакцией

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

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

КОНСТАНТИНОВ В.В – к.т.н., генеральный директор ПАО «Электромеханика»

## «БЕЛЫЙ ЛЕБЕДЬ» ВСТАЕТ НА КРЫЛО

В начале 2015 года министр обороны РФ Сергей Шойгу дал поручение рассмотреть возможность восстановления серийного производства бомбардировщика Ту-160, получившего среди пилотов прозвище «Белый лебедь», на Казанском авиационном заводе. «Уже сегодня необходимо приступить к решению задач не только по поддержанию исправности и модернизации авиационного парка дальней авиации, но и воспроизводству ракетноносцев Ту-160», – сказал он после посещения казанского завода 29 апреля 2015 года.

Эксперты называли машину необходимой для российской армии, но ожидали, что только на оценку потенциала возобновления производства может уйти несколько лет. Однако уже 10 марта 2016 года президент Объединенной авиастроительной корпорации (ОАК) Юрий Слюсарь и президент Республики Татарстан Рустам Минниханов объявили о модернизации Казанского авиационного завода (КАЗ) им. С.П. Горбунова. В рамках реализации указанного проекта ПАО «Электромеханика» заключило договор с ПАО «Туполев» на выполнение работ по восстановлению оборудования на Казанском авиационном заводе.

Реконструкция направлена на оснащение завода современным оборудованием и технологиями по программе производства стратегического ракетноносца Ту-160М2.

– В ходе техперевооружения предстоит обновить порядка 40 процентов оборудования цехов основных производств: агрегатно-сборочного, заготовительно-штамповочного и других; необходимо строительство ангаров на аэродроме. В истории завода сравнимые по масштабу инвестиции делались несколько десятков лет назад, в советское время. В результате модернизации мы получим, по сути, новый завод, – отметил президент ОАК Юрий Слюсарь, и продолжил, – Ту-160М2 – это самый сложный проект с точки зрения задействованных технологий, кооперации, интеллектуальных ресурсов за всю постсоветскую историю российского авиапрома.

Генеральный директор ПАО «Туполев», директор КАЗ им. С.П. Горбунова

Николай Савицких отметил, что важная роль отводится кооперации с предприятиями республики Татарстан. В частности, обсуждается участие в развитии

новых технологий ученых Казанского авиационного института, других вузов и научных организаций. Также сегодня налаживается работа по производственной кооперации, в которой задействован ряд предприятий ОАК: «Сухой», «Иркут», МиГ, ТАНТК им. Бериева. И, конечно, учитывая масштабы проекта, потребуется участие передовых отечественных предприятий, для того чтобы осуществить намеченные планы в максимально короткие сроки.

В рамках реализации указанного проекта ПАО «Электромеханика» заключило договор с ПАО «Туполев» на выполнение работ по восстановлению оборудования на Казанском авиационном заводе им. С.П. Горбунова (филиал ПАО «Туполев»). Наша компания обязалась изготовить, поставить и восстановить оборудование, необходимое для обеспечения работоспособности вакуумной печи типа УВН 45-180/8,5, выполнить монтажно-сборочные и пуско-наладочные работы.

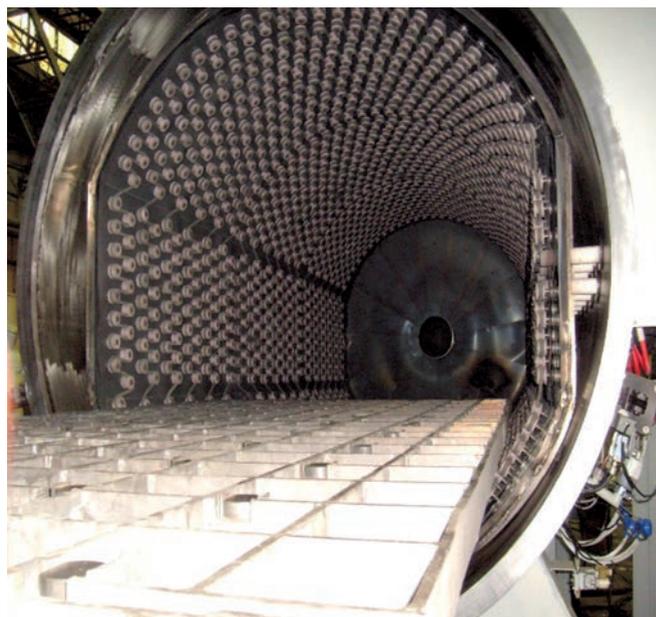
ПАО «Электромеханика» уже более 50 лет проектирует и изготавливает оборудование для проведения термического отжига узлов и деталей летательных аппаратов, в том числе крупногабаритных изделий. За 50-летнюю историю создания подобного оборудования «Электромеханика» поставила более 200 печей, которые и по сегодняшний день успешно эксплуатируются на ведущих предприятиях авиационной отрасли России. Это вакуумные печи модели «УВН-1500», «УВН-1545/8,5»,



Участок вакуумных термических печей в г. Шеньян, КНР



Вакуумная печь ПВ-900



«УВН-45-180/8,5», УВН-4,5-180/11», «УВН-4500», «УВН-7,5», СШВГ-11.11/13», «ПВ-850», «ПВ-900», «ПВ-900/4000», «ПВ-900/2000», «ПВ-900Н», «ПВ-900.1», «ПВ-900.3», «СНВ-80», «СНВ-1200».

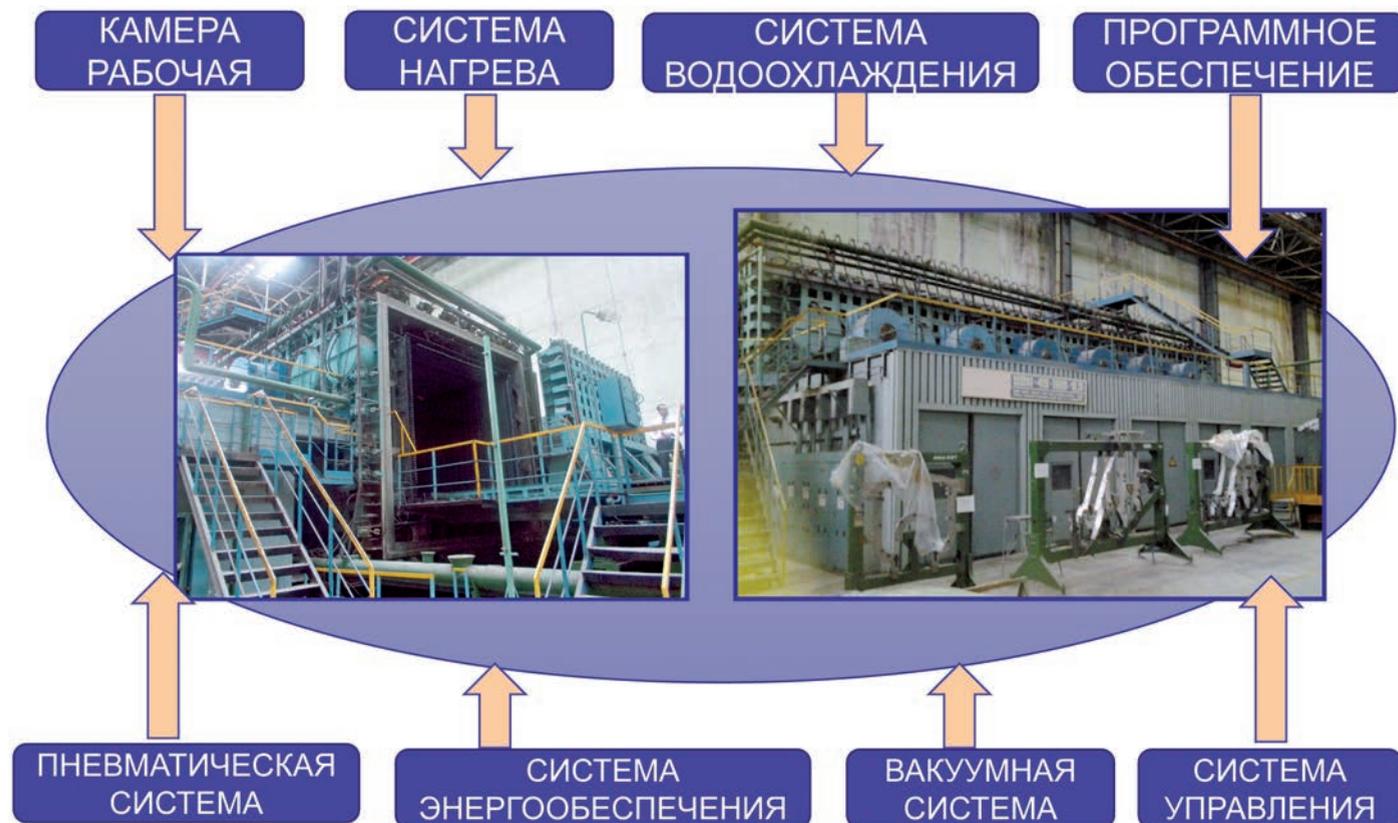
ПАО «Электромеханика» сотрудни-

чает с зарубежными компаниями, в том числе и в области поставок вакуумных термических печей. С 1999 года предприятие начало сотрудничество с рядом предприятий КНР. Завод оснастил вакуумными печами технологические участки

Шеньянской самолетостроительной компании (г. Шеньян, КНР). На данном предприятии эксплуатируется 5 термических печей нашего производства.

Главным условием выполняемой модернизации является неукоснительное

#### МОДЕРНИЗАЦИЯ РАЗРАБОТКА НОВОГО И ПОКОЛЕНИЯ ВАКУУМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ





Низковакуумные станции



Высоковакуумные станции на базе геттерных насосов

выполнение требований технологического процесса: нагрев до  $900^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  при рабочем вакууме от  $6,65 \times 10^{-2}$  до  $6,65 \times 10^{-3}$  Па. Время получения рабочего вакуума в камере – 90 минут. И это – в рабочем объеме  $860 \text{ м}^3$ .

Первым этапом работ является проведение дефектации узлов, а именно: исследование состояния рубашки охлаждения камеры, исследование сварных швов, проверка нагревателей и расчёт общей длины нагревателей для замены, анализ состояния экранной изоляции с целью ремонта и замены, расчёт вакуумной системы установки для выбора насосов, запорной аппаратуры, датчиков давления, выбор структуры и состава унифицированных автономных вакуумных

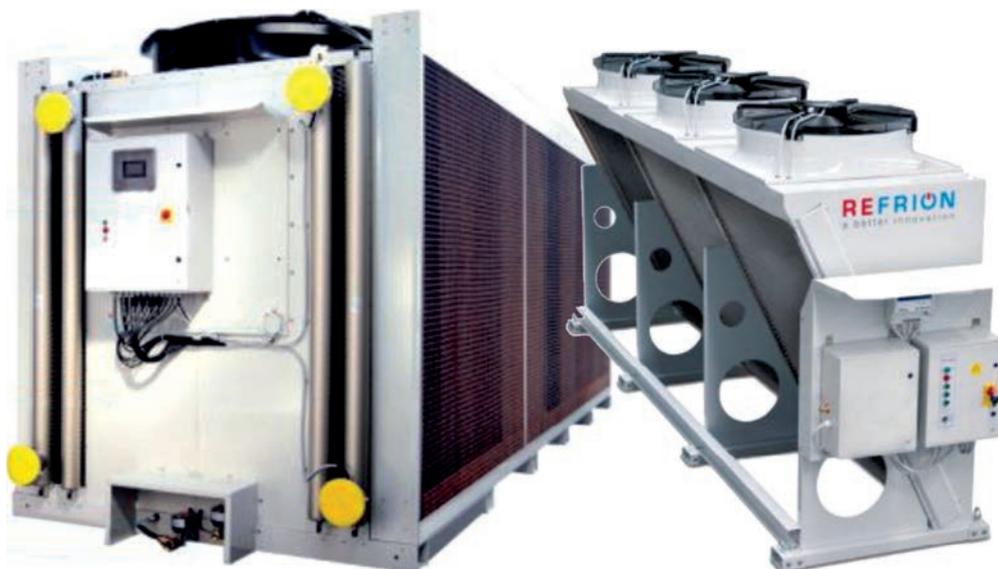
станций для получения низкого и высокого вакуума, демонтаж токоподводов и стоек пода установки, исследование всех сопрягаемых поверхностей вакуумных узлов установки, проверка всех вакуумных уплотнений, анализ состояния силовых токоведущих цепей, исследование и определение возможностей использования существующей пневматической системы и исполнительных механизмов, определение работоспособности узлов электро-механической системы, проверка и диагностика состояния кабельных каналов и трасс системы водяного охлаждения установки, проверка элементов изоляции системы нагрева.

Вторым этапом следует выполнить разработку конструкторской документа-

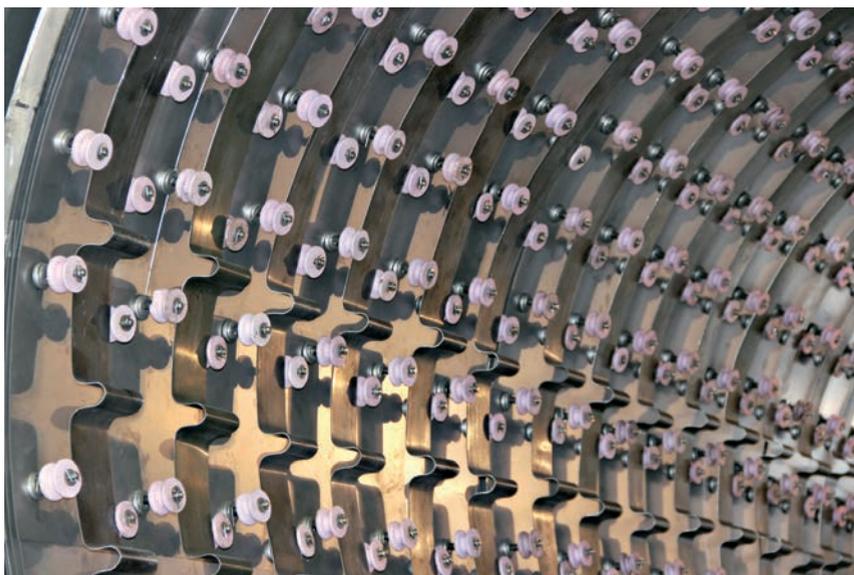
ции на следующие узлы: низковакуумные станции; высоковакуумные станции на базе диффузионных насосов; высоковакуумные станции на базе электродуговых геттерных насосов; сборочные единицы на токоподвод, стойки пода, экранную изоляцию с учётом обеспечения стыковки с камерой нагрева и пода; систему управления и силовое энергетическое обеспечение; систему замкнутого водоохлаждения с использованием сухих градирен, станций типа «СВО», датчиков наличия воды (температура, давление); пневматическую систему для работы исполнительных механизмов; элементы дополнительной тепловой изоляции секций нагрева с учётом молибденовых экранов; узлы пирометрии и метрологического обеспечения.

Вакуумная система установки будет состоять из территориально-распределённых низко- и высоковакуумных станций, объединённых по управлению по цифровой сети Ethernet. Вакуумные станции построены на базе механических, роторных, диффузионных, электродуговых геттерных, турбомолекулярных насосов. Станции оснащаются надёжными пневматическими клапанами типа УКВК. В установке предусмотрено наличие пневморесивера, обеспечивающего работу клапанов при отключении электрической энергии.

Низковакуумные станции в количестве 7 штук предназна-



Изготовление системы водяного охлаждения на базе сухих градирен и станций типа «СВО»



Восстановление секций нагрева

ченны для получения в рабочем объёме установки разряжения  $5 \cdot 10^{-3}$  мм рт.ст. В состав низковакуумных станций входят: два механических золотниковых насоса типа НВЗ-300 (производительность 300 л/с); два роторных насоса типа ZJ-2500DV (производительность 2500 л/с); комплект пневматических клапанов типа УКВК; низковакуумные датчики; электрический шкаф с аппаратурой на базе программируемого логического контроллера типа DirectLogic 205.

Высоковакуумные станции в количестве 7 штук предназначены для получения в рабочем объёме установки разряжения  $5 \cdot 10^{-5}$  мм рт.ст. В состав высоковакуумных станций входят: механический золотниковый насос типа НВЗ-80 (производительность 80 л/с); роторный насос типа «RV 22.30» (производительность 250 л/с); два диффузионных насоса типа НД-630 (производительность 18600 л/с); комплект пневматических клапанов типа УКВК; низковакуумные и высоковакуумные датчики; электрический шкаф с аппаратурой на базе программируемого логического контроллера типа DirectLogic 205.

Высоковакуумные станции на базе геттерных насосов предназначены для получения в рабочем объёме установки разряжения  $1 \cdot 10^{-5}$  мм рт.ст. Наиболее эффективны вакуумные станции на базе электродуговых геттерных насосов для откачки активных газов, образующих химическое соединение с титаном (кислород, азот и др.). В состав высоковакуумных

станций на базе геттерных насосов входят: электродуговой геттерный насос типа «НЭД»; низковакуумные и высоковакуумные датчики; шкаф управления с источником питания типа «ВВН-1000». Кроме этого, в составе высоковакуумных геттерных станций следует предусмотреть использование турбомолекулярных насосов типа TYPE-3500 (производительность 3500 л/с), предназначенных для откачки инертных газов.

Система водяного охлаждения построена на базе сухих градирен и станций типа «СВО». Новая серия драйкулеров ECOOLER компании Refrion предназначена для специальных условий эксплуатации. В данной серии применены промышленные оросительные панели (PADS), новые ЕС-вентиляторы EBM PAPST диаметром 1250 мм и система рециркуляции, которая позволяет снизить расход воды на орошение до 75%. Сухой охладитель является одним из наиболее эффективных решений проблемы утилизации излишков тепла, в связи с чем в системе применяются V-образные, типа WALL, сухие градирни компании REFRIION. При помощи сухого охладителя, который имеет замкнутый контур, расход жидкости сведён практически к нулю.

Установка является многозонной, состоящей из одинаковых секций, соединённых между собой фланцевыми соединениями. Каждая секция должна иметь несколько зон нагрева, обеспечивающих температурный градиент не более  $\pm 5^\circ\text{C}$ . В качестве нагревателей используется

нихромовый сплав, обеспечивающий длительный срок службы.

В конструкции печи предусматривается экранная теплоизоляция, обеспечивающая минимальные тепловые потери и поддержание заданного температурного режима. Общее количество экранов – не менее восьми: семь слоёв из нержавеющей стали, один слой из молибдена.

Загружаемое изделие устанавливается на стол в рабочей камере. В конструкции предусмотрено устройство для перемещения отжигаемого изделия в виде технологической тележки, обеспечивающей транспортировку садки в печь с последующим её базированием на стол с помощью пневмоподъёмников. С целью снижения теплоемкости садки тележка извлекается из печи и в термическом цикле не участвует. Стол состоит из секций для обеспечения стабильной геометрии по плоскости при проведении технологического процесса отжига изделий. Максимальное отклонение не может быть не более 0,5 мм на 1 метр. На общей длине не должно превышать 3,5 мм.

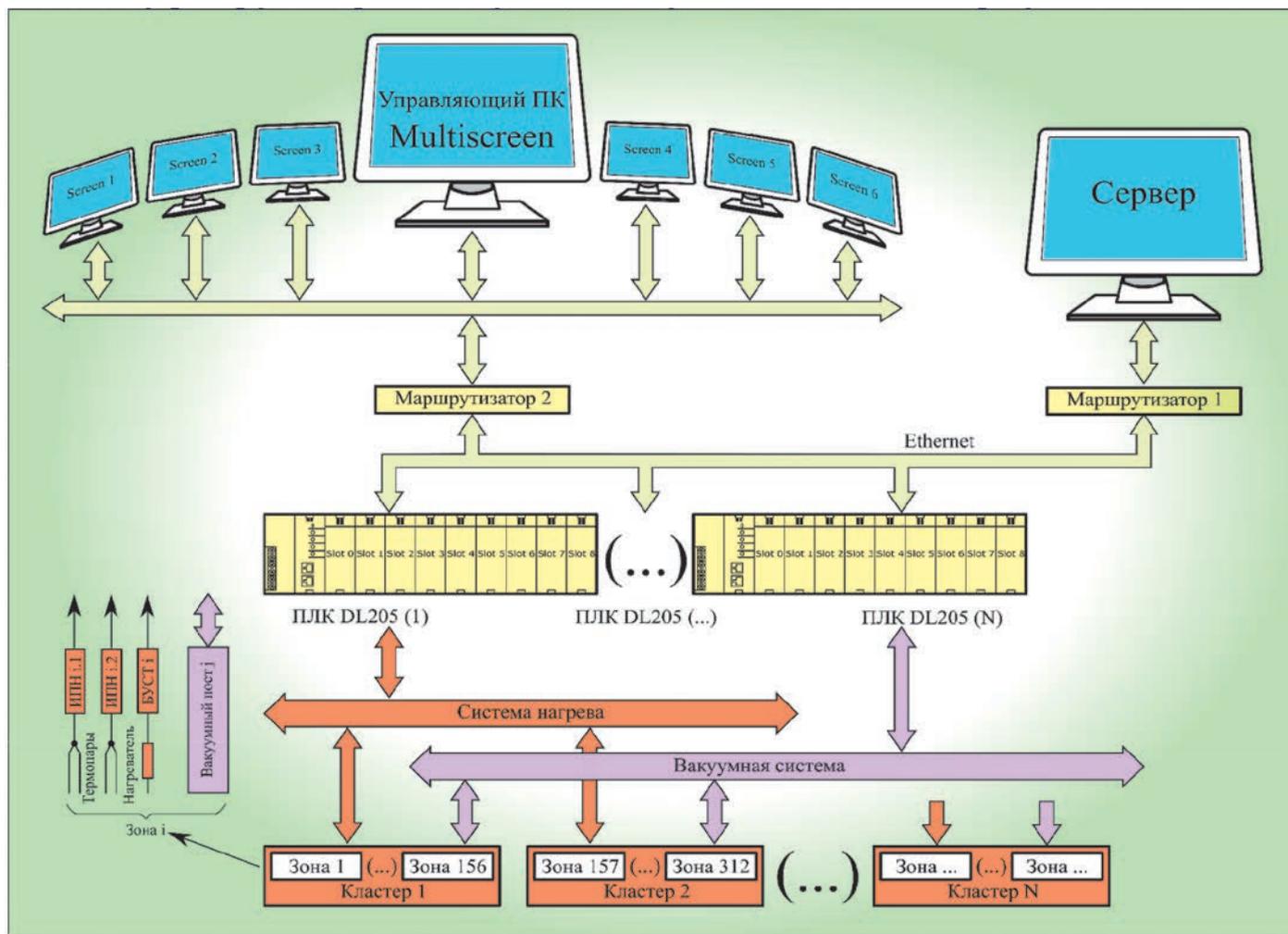
Система управления должна интегрировать весь поток информации: организация интерфейса с оператором-технологом (терминальная задача), последовательно-параллельное управление механизмами вакуумной системы (логическая задача), программное управление

процессом нагрева (технологическая задача), идентификация состояния технологической системы (диагностическая задача), документирование технологического (архивная задача), диспетчеризация приведенных выше задач (системная задача). Система управления должна быть открытой для возможных изменений. Управление работой системы на нижнем уровне производится от сертифицированного контроллера. Управление работой системы на верхнем уровне производится от персонального промышленного компьютера с сенсорным экраном. На пульте управления должны индексироваться в цифровом виде основные параметры процесса термообработки: напряжение на нагревателях; давление в камере; давление в вакуумных насосах; температура печи по зонам нагрева; ток в нагревателях.

Основные технические данные

1	Установленная мощность, мВт	6000
2	Максимальная температура, °С	900
3	Рабочая температура, °С	450... 900
4	Равномерность температуры (перепад температуры) в диапазоне рабочих температур, °С (не более)	±5
5	Диапазон скорости нагрева, °С /час	25... 200
6	Габариты рабочего пространства (садки), мм длина x ширина x высота	23000x4200x4000
7	Габариты установки, мм Длина x ширина x высота	68000x24000 x 9200
8	Максимальная масса садки, кг	15 000
9	Предельный вакуум в холодном состоянии, мм рт.ст.	$1 \times 10^{-5}$
10	Рабочий вакуум, мм рт.ст.	$5 \times 10^4 \dots 5 \times 10^5$
11	Натекание, мкм л рт. ст./с	100

СТРУКТУРА МУЛЬТИПРОЦЕССОРНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ



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

# ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

## для получения новых композиционных материалов

**А**dditивные технологии (АТ), в основу которых положены операции послойного спекания-плавления слоя порошка лазерным или электронным пучком, позволяют создавать объёмные изделия сложной геометрической формы.

Наиболее широкое распространение в промышленности получила технология послойного синтеза изделий лазерным лучом. В качестве исходного материала обычно используется порошок различного химического состава (нержавеющая и инструментальная сталь, сплавы железо-медь, кобальт-хром, Incotel, титановые сплавы и другие). Причём, предпочтительно, чтобы частицы были шаровидной формы – это создает наиболее благоприятные условия для получения многокомпонентных упаковок из частиц различных фракций и химического состава.

Процесс синтеза изделий электронным лучом – относительно новый, но он уже успешно зарекомендовал себя в промышленности. Большие перспективы его применения отмечены при изготовлении широкой номенклатуры деталей и конструкций самолетов, вертолетов, космической техники, а также в ортопедии для изготовления имплантатов. Операция послойного спекания/плавления металлического порошка осуществляется в вакууме с помощью электронного пучка.

Отличительная особенность данного подхода заключается в возможности использования широкого спектра порошков из химически активных металлов и сплавов, в том числе тугоплавких. При этом точность получения изделий, во многом определяющаяся диаметром электронного луча, составляет около 0,1 мм.

Однако следует отметить, что аддитивные технологии, как правило, применяются для синтеза изделий из химически однородных или близких по теплофизическим свойствам порошков. В противном случае, при плавлении порошков из более тугоплавких сплавов и металлов, произойдёт нарушение размерной обработки. Большие тепловые деформации менее тугоплавких материалов приведут к потере геометрической формы изделия.

В настоящей статье рассматривается новый подход: получение изделий на базе гибридных технологий (ГТ), основу которых составляют операции синтеза слоя различными технологическими методами (пайка-спекание-плавление лазерным, электронным или ионным пучком, диффузионное осаждение, модификация поверхности слоя). Это позволяет получать новые классы композиционных изделий, не реализуемые в рамках равновесных и квазиравновесных процессов.

## МЕТОДЫ СИНТЕЗА СЛОЯ ИЗДЕЛИЯ

Синтез изделия осуществляется с помощью следующих методов:

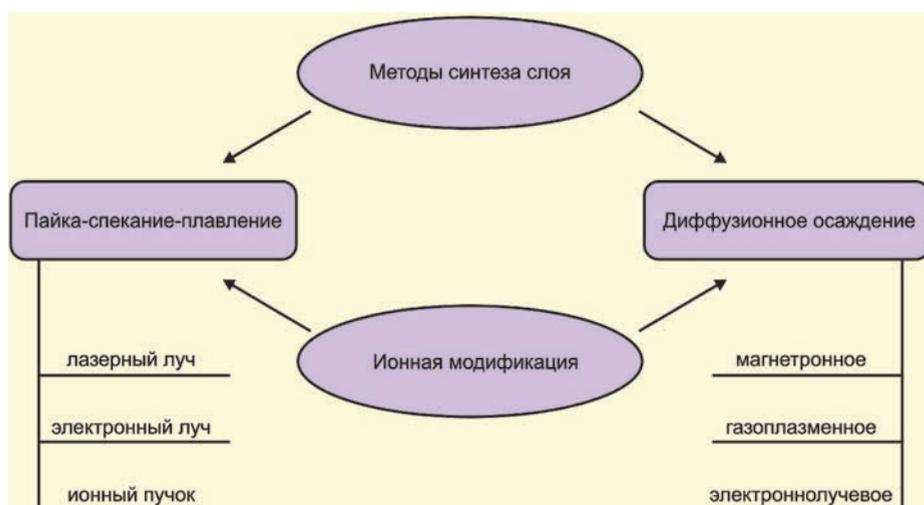
- ▶ пайка-спекание-плавление слоя порошка лазерным, электронным или ионным пучком;
- ▶ диффузионное формирование слоя (газо-плазменное, магнетронное, электронно-лучевое, ионное и др.);
- ▶ ионная модификация поверхности слоя с использованием источника высокоэнергетических ионов.

Формирование матрицы изделия обычно осуществляется методом пайки-спекания-плавления слоя изделия пучком элементарных частиц.

Для получения слоя, отличающегося от предыдущего химическим составом и имеющего различные реологические и теплофизические свойства, целесообразно применение метода диффузионного осаждения. Он может быть реализован с помощью плазменного, магнетронного или электронно-лучевого напыления. При таком подходе физический механизм диффузии одного материала в другой не приводит к нарушению размерной обработки в процессе синтеза изделия. При этом, возможная толщина создаваемого слоя находится в диапазоне от единиц нанометров до десятков микрон. Данное ограничение обусловлено накоплением механических напряжений в слое. При создании сверхтонких слоев обеспечивается толщина менее 100 нанометров.

Методы плазменного нанесения порошков со сверхзвуковой скоростью «High-Velocity-Oxygen-Fuel» (HVOF) и «High-Velocity-Air-Fuel» (HVOF) отличает высокая адгезия слоя, низкая пористость. Распыляемые материалы (полимеры, карбиды, металлы) образуют термобарьерные, износ- и коррозионностойкие покрытия высокого качества, которые выдерживают воздействие высоких тепловых, ударно-абразивных и химически активных нагрузок. Метод применяется для нанесения металлических и керамических порошковых материалов (оксиды алюминия и циркония).

Метод магнетронного распыления, основанный на эффекте ионной бомбардировки мишени, характеризуется воз-



Методы получения слоя

возможностью получения равномерных по толщине пленок, низким уровнем загрязнения слоя.

Принципиально новые возможности обеспечиваются благодаря использованию высокочастотного тока, который препятствует изменению стехиометрического состава напыляемого материала. Магнетронный способ распыления обеспечивает получение высококачественных тонких плёнок и покрытий.

Метод электронно-лучевого напыления, основанный на явлении испарения и конденсации паров различных материалов в вакуумной среде, позволяет получать послойные композиции металлических и керамических систем, не соединяемых другими методами: медь и молибден,  $\text{MeCrAlY}$  (где  $\text{Me} - \text{Ni, Co, Fe}$ ),  $\text{MeCrAlYHfSiZr}$  и керамика  $\text{ZrO}_2 - \text{Y}_2\text{O}_3$ .

В работе «Composite materials on base of copper and molybdenum, condensed from vapor phase, for elektrik contacts. Structure, properties, technology. Part 1. State – of – the art and prospects of application of technology of elektron beat high-rateevaporation-condensation for producing materials of elektrik contacts» рассмотрены процессы формирования композиционных покрытий с демпфирующими, дисперсно-упрочняющими и керамическими слоями. К числу достоинств данного метода следует отнести:

- ▶ высокую чистоту и химическую однородность образующегося конденсата;
- ▶ высокую адгезию слоев, формируемых в глубоком вакууме  $1,3 \times 10^{-2}$  Па;

- ▶ возможность формирования покрытий практически из любого материала;
- ▶ возможность управления пористостью и структурой конденсата, получение высокопористых, столбчатых или сплошных покрытий.

### ФОРМИРОВАНИЕ ЗАДАННОЙ СТРУКТУРЫ СЛОЯ ИЗДЕЛИЯ

Формирование структуры каждого слоя изделия происходит на базе следующих способов:

- ▶ управление скоростью кристаллизации слоя за счёт подводимой мощности и времени воздействия пучка на элементарную ячейку;
- ▶ обработка жидкого металла высокочастотным электромагнитным полем (излучатель с частотой до 1 ГГц);
- ▶ импульсная электронная модификация поверхности с целью получения аморфной структуры с ближним порядком;
- ▶ ионная модификация поверхности с целью получения аморфной структуры без ближнего порядка.

Размер зерна изделия во многом определяется скоростью кристаллизации формируемого слоя. Пучок элементарных частиц мощностью перемещается по подложке со скоростью сканирования  $V_{\text{ск}}$  по определённой траектории. Это эквивалентно действию (приложению) периодической тепловой нагрузки с длительностью импульса  $d_0/V_{\text{ск}}$  ( $d_0$  – диаметр

пучка в месте его встречи с поверхностью объекта).

Нагрев каждой элементарной ячейки происходит за время, равное времени перемещения пучка элементарных частиц над этой ячейкой:

$$t = 2 d_0 / V_{\text{ск}} \quad (1)$$

Параметрами, характеризующими процесс электронно-лучевой технологии, в первую очередь, являются: мощность электронного пучка  $W$ , удельная поверхностная мощность в месте встречи пучка с объектом  $q$ ; диаметр пучка в месте его встречи с объектом  $d_0$ .

Мощность пучка определяется как произведение ускоряющего напряжения  $U_y$  на ток пучка  $I_n$ :

$$W = U_y I_n \quad (2)$$

Тепловое воздействие пучка элементарных частиц на материал слоя определяется параметрами поглощённого излучения, т.е. плотностью мощности теплового источника. Удельная поверхностная мощность пучка в месте его встречи с поверхностью объекта определяется по следующей формуле:

$$q = \frac{4A(T)U_y I_n}{\pi d_0^2} = U_y j_m \quad (3)$$

где

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

-  $j_m$  – плотность тока пучка в месте его встречи с поверхностью порошка.

Использование различных режимов обработки поверхности концентрированными пучками элементарных частиц, воздействие на жидкий металл слоя ультразвуком или высокочастотным электромагнитным полем, позволяет формировать заранее заданную структуру каждого слоя изделия: недендритную, дендритную, аморфную с ближним порядком, аморфную без ближнего порядка. В процессе получения изделий на базе ГТ возможно проводить термическую обработку изделия концентрированным пучком в импульсном или непрерывном режимах в процессе его «роста», формируя тем самым программно заданную структуру.

В работе «Условия формирования недендритной структуры в слитках и гранулах лёгких и жаропрочных никелевых сплавов» рассматривается влияние ультразвуковой обработки для получения изделий с недендритной структурой. Отмечается, что ультразвуковая обработка увеличивает количество центров кристаллизации перед фронтом затвердевания, что способствует получению недендритной структуры. В итоге формируется изделие с малым зерном, величина которого зависит от скорости кристаллизации.

Другой способ – создание высокочастотного электромагнитного поля, когда в процессе кристаллизации включается излучатель с частотой до 1 ГГц, что способствует уменьшению размера зерна.

Модификация поверхности с целью получения аморфной структуры с ближним порядком может быть осуществлена с помощью электронно-лучевой обработки в двух режимах без оплавления и с оплавлением. Для первого режима реализуется эффект термоупрочнения тонкого приповерхностного слоя металла, процесс зонального отжига, явления фазообразования и структурных изменений в кристаллах. Второй, режим модифицирования, применяют для гомогенизации, рафинирования, перемешивания в жидкой фазе компонентов, не образующих сплавов в равновесных условиях, образования метастабильных соединений и стеклообразных сплавов.

В инструментальных и быстрорежущих сталях в результате импульсной электронно-лучевой обработке измельчаются карбиды, что приводит к повышению твёрдости на 20%. Кроме этого, электронно-лучевая обработка способствует повышению износостойкости инструмента в 2-10 раз.

Ионная модификация поверхности проводится с целью получения аморфной структуры без ближнего порядка. Разработка и внедрение высокоинтенсивных методов послойной обработки изделий с использованием источника высокоэнергетических ионов обеспечивает новые технологические возможности: облучение поверхности импульсными потоками энергии обеспечивает формирование уникального физико-химического состояния материала слоя. Данный эффект обусловлен тем, что энергия ионов равна  $1.5 \times 10^5$  эВ, а

энергия связи атомов в веществе составляет порядка 3-7 эВ. При этом ионы, имея массу того же порядка, что и атомы вещества, не просто смещают их, а вбивают в потенциальные ямы. Высота стенок ямы такова, что ни одно из известных веществ не обладает достаточным химическим потенциалом, чтобы извлечь этот атом из этой ямы и вступить с ним в реакцию. Модифицированный слой является абсолютно химически стойким, что формирует и его остальные уникальные физико-механические свойства: разрушить это состояние термическим воздействием невозможно, потому что теплового импульса атома недостаточно, чтобы преодолеть этот потенциальный барьер. Таким образом, формируется слой с уникальными механическими свойствами: высокой прочностью и пластичностью.

При синтезе изделия матрица изделия выращивается методом электронно-лучевого плавления, который обеспечивает высокую производительность. Получение демпфирующих, упрочняющих слоёв толщиной от единиц нанометров, осуществляется методом ионно-имплантационной модификации с использованием источника высокоэнергетических ионов, что позволяет получать композиционные изделия с армированными аморфными алмазоподобными слоями с целью существенного повышения служебных свойств.

К преимуществам вакуумных ионно-имплантационных технологий относится возможность внедрения в матрицу любого химического элемента и проведения процесса ионного легирования, внедрение строго дозированных количества легирующей примеси, неизменность геометрических размеров обрабатываемой детали, отсутствие коробления, возможность получения заданных профилей залегания легирующих примесей по глубине поверхности от 10 нанометров. Процесс ионной имплантации позволяет изменять физико-химические, механические и эксплуатационные свойства слоев изделия в процессе синтеза.

Структура слоя, полученного методом электронно-лучевого осаждения, зависит от соотношения температуры подложки при конденсации к температуре плавления испаряемого вещества. При

малых значениях получается аморфная структура, средних – направленная, высоких – равноосная.

Регулируя температуру каждой элементарной ячейки подложки, можно формировать слой переменной толщины. Толщина текущей элементарной ячейки определяется через коэффициент термической аккомодации:

$$\alpha T = (E_v - E_r)/(E_v - E) = (T_v - T_r)/(T_v - T) \quad (4)$$

где

-  $E_v$  – кинетическая энергия атома пара, падающего на подложку;

-  $E_r$  – энергия десорбированного атома до установления равновесия с подложкой;

-  $E$  – энергия десорбированного атома после установления равновесия с подложкой;

-  $T_v, T_r, T$  – соответствующие температуры.

Керамические покрытия со столбчатой структурой в промышленных масштабах наносятся только электронно-лучевым методом и обладают значительно большей стойкостью к термоциклированию по сравнению с газотермическими покрытиями.

## СХЕМА ПОСЛОЙНОГО СИНТЕЗА КОМПОЗИЦИОННОГО ИЗДЕЛИЯ НА БАЗЕ ГИБРИДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Получение композиционных изделий с необходимым комплексом прочностных и пластичных свойств достигается сочетанием базовых и упрочняющих порошков различного химического состава, слоями постоянной и переменной толщины, полученные методом диффузионного осаждения. Использование в процессе синтеза изделий ионного пучка позволяет не только модифицировать слои, но и получать многокомпонентные системы: карбиды, бориды, нитриды титана, молибдена, вольфрама, гафния, тантала, ниобия.

В отличие от аддитивной технологии послойного получения изделий лазерным или электронным лучом, использование ионного пучка открывает новые возможности по формированию структуры и химического состава композиционного изделия. В качестве исходных элементов

могут быть использованы ионы различных газов, состав которых, получаемый из дуоплазматрона, практически не ограничен. При бомбардировке металлического порошка используемые ионы образуют новые химические соединения. Важно, что при этом значительно повышается точность изготовления изделий (размеры кроссовера ионного пучка при ускоряющем напряжении 120-150 кВ могут достигать 1 микрона, что на два порядка меньше электронного пучка).

Для реализации гибридных технологий на первоначальном этапе необходимо выбрать:

1. Химический состав используемых порошков и материалов для спекания/плавки и напыления (Al, Co, Nb, Ti, Mo, Hf, Cr, W, Ta, Y, Fe и т.д.).

2. Схемы расположения и толщину слоев различного химического состава, пространственное расположение волокон в объеме изделия.

3. Режимы обработки поверхности концентрированным потоком элементарных частиц и диффузионного осаждения материала.

Для визуализации рассматриваемого подхода на рисунке изображена композиция многокомпонентного изделия, состоящая из семи слоёв (номер каждого слоя указан с правой стороны лицевой грани куба). Технология получения многокомпонентного изделия заданного химического состава и структуры включает выполнение следующих операций:

1. Установку необходимого количества бункеров с порошками различного химического состава в рабочую камеру установки.

2. Получение вакуума в рабочем объеме.

3. Предварительный нагрев поверхности подложки электронным лучом.

4. Выбор бункера с порошком первого материала (для нашего примера – титана) и нанесение его на поверхность подложки.

5. Плавнение электронным лучом слоя порошка из титана, формирование первого слоя изделия.

6. Выбор бункера с порошками молибдена и титана, нанесение слоя из смеси порошков на поверхность изделия.

7. Пайка порошка молибдена в тита-

не с помощью электронного луча, формирование второго слоя изделия.

8. Ионное осаждение оксида алюминия  $Al_2O_3$ , стабилизированного оксидом иттрия  $Y_2O_3$  (для улучшения адгезионных свойств) на поверхность изделия методом электронно-лучевого напыления.

9. В процессе нанесения слоя из оксида алюминия производится его модификация. Третий слой формируется в виде пространственной сетки из алмазоподобных волокон толщиной 1 микрон. В процессе испарения пары  $Al_2O_3$  под воздействием электронного пучка частично диссоциируют на ионы  $Al^+$  и озона  $O_3^+$ . Ионы алюминия высаживаются на изделие, а ионы озона частично рекомбинируют и откачиваются вакуумной системой, а частично высаживаются на изделие и вступают в реакцию с алюминием, восстанавливая окислы. Но в любом случае, в объеме изделия присутствует некоторое количество чистого алюминия. В процессе бомбардировки поверхности ионами кислорода образуются оксиды в виде сетки (или любой другой заданный программой геометрической фигуры) с аморфной структурой. Ионы кислорода, обладая большой энергией, чисто механически, глубоко внедряются в поверхность синтезируемого изделия.

10. Напыление слоя из титана на поверхность изделия: подготовка к последующему переходу к операции синтеза слоя концентрированным пучком элементарных частиц.

11. Выбор бункера с порошком титана и нанесение его на поверхность подложки.

12. Выбор бункера с порошками вольфрама и титана, нанесение слоя из смеси порошков на поверхность изделия.

13. Пайка порошка вольфрама в титане с помощью электронного луча, формирование второго слоя изделия.

14. Диффузионное осаждение воль-

фрама на поверхность изделия методом электронно-лучевого напыления.

15. В процессе нанесения слоя из вольфрама осуществляется его бомбардировка ионами углерода по программно заданному сечению.

16. Получение слоя, армированного нитями из карбида вольфрама с целью существенного повышения служебных свойств. Размер нити определяется диаметром пучка ионов и может составлять 1 микрон. Из таких нитей можно формировать любую решетку, пространственные фигуры и т. д.

Далее осуществляется переход к формированию следующих слоёв изделия с помощью различных технологических методов (пайка-спекание-плавление лазерным/электронным/ионным пучком, диффузионное осаждение, модификация поверхности слоя). При достижении необходимой высоты деталь охлаждается в течение заданного времени в вакууме.

Повышение свойств композиционного изделия производится путем корректировки комбинации слоёв и режимов синтеза изделий. Влиять на размеры зерна синтезируемого слоя можно, регулируя ток и скорость сканирования луча.

Предлагаемый подход позволяет увеличить количество методов управления структурой детали, повысить уровень стабильности механических и теплофизических свойств по всему слою изделия.

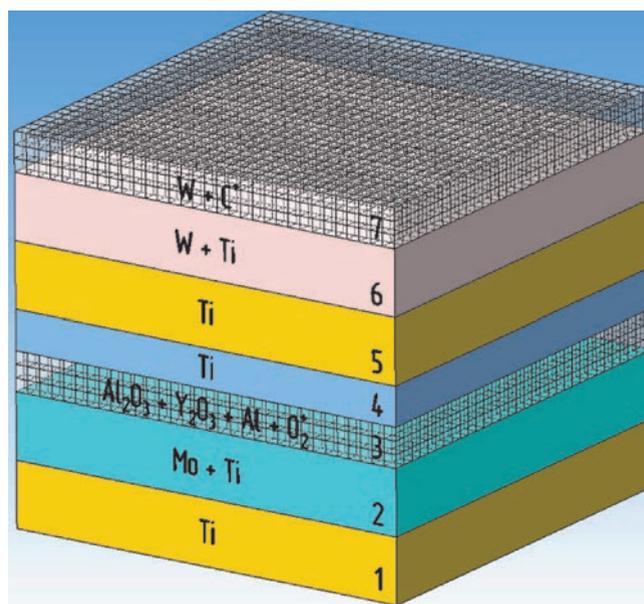


Схема послойного синтеза композиционного изделия на базе гибридной технологии

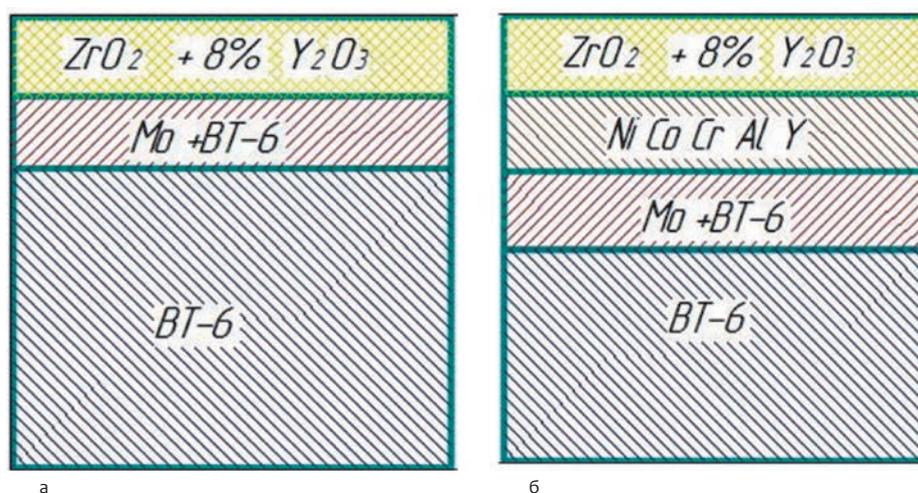


Схема слоёв композиционного изделия №1 из порошков сплава VT6, молибдена и керамического слоя (в % масс.)  $92ZrO_2 + 8Y_2O_3$  (а) и изделия №2 из порошков VT6, молибдена, металлического NiCoCrAlY и керамического  $92ZrO_2 + 8Y_2O_3$  слоёв (б)

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Предложенный в статье подход позволил получить композиционные изделия из порошков титанового сплава, молибдена, оксида молибдена методами послойного электронно-лучевого плавления, вакуумной пайки; электронно-лучевого напыления различных металлических (сплавы на основе никеля, кобальта, хрома, алюминия, иттрия) и керамических слоёв (оксиды циркония и иттрия). При синтезе изделия методом послойного электронно-лучевого сплавления был использован порошок титанового сплава VT6. Из общего объема используемых в авиационной и космической промышленности сплавов на основе титана, более 50% приходится на сплав состава VT6. Для обеспечения защиты деталей авиационной и ракетной промышленности и получения необходимых механических и теплофизических свойств целесообразно формировать слои из порошка молибдена, которые отличаются высокой твердостью, износостойкостью, стойкостью к абразивному воздействию и эрозии.

Следует отметить большие возможности гибридной электронно-лучевой технологии, сочетающей различные методы послойного формирования изделия: спекание/плавление и напыление. Для формирования матрицы изделия наиболее используем метод электронно-лучевого плавления, который обеспечивает высокую производительность процесса; для получения демпфирующих, дисперсно-упрочняющих и керамических слоёв тол-

щиной от единиц нанометров до десятков микрон с целью придания материалу необходимых свойств (жаропрочность, жаростойкость, прочность и др.) – метод электронно-лучевого напыления.

Технология получения композиционных изделий методом электронно-лучевого спекания/плавления и напыления включала следующие основные операции:

1. Электронно-лучевой синтез образца из порошка титанового сплава VT6.
2. Нанесение слоя порошков из молибдена и титана на переднюю поверхность образца.
3. Спекание слоя из порошков молибдена и титана на поверхности образца из VT6.
4. Электронно-лучевая обработка слоя из порошков молибдена и титана.
5. Нагрев образца.
6. Формирование металлических и керамических слоёв методом электронно-лучевого напыления.

Схема слоёв опытных образцов, полученных на базе электронно-лучевой технологии, приведена выше.

Расчёт режимов процессов плавления и напыления может осуществляться как на базе экспериментальных статистических моделей, так и на базе численных математических моделей, построенных с учётом процессов тепло- и массопереноса. При оптимизации операции необходимо определить такие значения составляющих вектора варьируемых параметров, которые обеспечивают заданную глубину проплавления и формируют необходимую структуру изделия.

## ВЫВОДЫ

1. Предложенный подход, основанный на синтезе изделий различными технологическими методами (пайка-спекание-плавление лазерным, электронным или ионным пучком, диффузионное осаждение, модификация поверхности слоя), позволяет не только создавать принципиально новые композиционные материалы с прогнозируемыми свойствами, которые невозможно получить традиционными способами, но и изготавливать их изделия сложной геометрической формы; создавать новые классы порошковых и композиционных изделий и формировать структуры, не реализуемые в рамках равновесных и квазиравновесных технологических процессов; получать изделия, армированные аморфными алмазоподобными слоями различного химического состава с целью существенного повышения служебных свойств.

2. Синтез порошковых и композиционных изделий на базе гибридных технологий, реализованный на предварительном численном и аналитическом моделировании, позволяет формировать программируемую структуру из порошка требуемого размера и различного химического состава, включая порошок химически активных металлов; осуществлять размерную обработку изделий электронным лучом с высокой точностью; обеспечивать получение изделий с заданными свойствами.

3. На базе гибридных технологий можно получать различные изделия (многокомпонентные магниты, композиционные средства противоударной защиты и др.) с комплексом уникальных свойств: высокой пластичностью, прочностью, твердостью, ударной вязкостью, жаропрочностью и жаростойкостью и пр. Это становится выполнимым благодаря возможности произвольного сочетания слоёв с разным химическим составом по всему объёму изделия, обеспечению любого пространственного расположения упрочняющих волокон различной длины, созданию электроизоляционных и демпфирующих слоёв, позволяющих компенсировать внутренние нагрузки при работе в области высоких температур с материалами, обладающими различными коэффициентами линейного расширения.

ПАВЛУШИН Н.В. – начальник отдела НКЦ ПАО «Электромеханика»

# ИОННЫЙ ПУЧОК: НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИМЕНЕНИЯ

**П**ервый дуаплазмотрон был создан репатрированным немецким ученым бароном Манфредом фон Арденне, работавшим в это время в Сухумском ФТИ. В дальнейшем он совершенствовался под руководством крупных советских ученых Рачия Арамовича Демирханова и Юрия Васильевича Курсанова. В статье представлен его последний рабочий вариант (рис. 1).

Дуаплазмотрон с осцилляцией электронов содержит следующие элементы: полый катод 1 с косвенным нагревом (на-

греватель 2) промежуточные электроды, катушка электромагнита, регулирующий электрод, анод, патрубок подачи рабочего газа.

Ноль ионного пучка находится на оптической оси дуаплазмотрона. Ускоряющее напряжение дуаплазмотрона обычно составляет от 120 до 150 кВ и является постоянной величиной в течение всего технологического процесса. При нагреве катода до высокой температуры происходит термоэлектронная эмиссия, в результате которой образуется электронное облако и плазма, возникает двойной электрический слой между

плазмой и окружающей её металлической поверхностью 3, которая находится под потенциалом катода. Через отверстие катодной камеры 4 промежуточным электродом 5, который находится под небольшим положительным потенциалом 10-15 В относительно катода, электроны

вытягиваются и ускоряются. Электроны ионизируют рабочий газ, который подаётся через отверстие 6 в промежуточном электроде 5, теряют свою энергию и попадают на поверхность этого электрода. Электроны, которые не столкнулись с атомами, пролетают через отверстие 7 в электроде 5, отражаются электродом 8, который находится под отрицательным потенциалом относительно электрода 5, и летят в обратную сторону. Электроны и образовавшаяся плазма удерживаются на оси при помощи как электростатических линз, образующихся поверхностями электродов, так и магнитным полем от электромагнита 9.

Полученный электронно-плазменный шнур фокусируется на малом отверстии промежуточного электрода 7. Под разностью давлений в дуаплазмотроне и рабочем объёме плазма из шнура выталкивается в раздаточную чашу электрода 10. Ионы вытягиваются и ускоряются из плазмы анодом 11. Электрод 12 регулирует ионный ток и осуществляет предварительную фокусировку ионов в пучок. Электрод 12 играет роль электрода Венельта. С помощью него можно оперативно включать и отключать ток ионов. Дуаплазмотрон установлен на изоляторе 14. Давление в катодной части дуаплазмотрона составляет  $10^{-1}$  мм рт.ст., а в рабочей камере установки  $10^{-5}$  мм рт.ст.

Общепризнано, что с точки зрения ионной оптики дуаплазмотрон является самым «чистым» источником ионов. Эмитанс получаемых пучков достигает  $10^{-6}$  рад/см, что позволяет при правильно спроектированной и изготовленной системе фокусировки и отклонения пучка получать кроссоверы диаметром до 1 микрона.

Система фокусировки пучка (рис.2) – это сложная, интересная, но решаемая инженерная задача. Она включает в себя:

- квадруплет 1 (четыре последовательно расположенные на одной оси магнитные системы из октуполь-

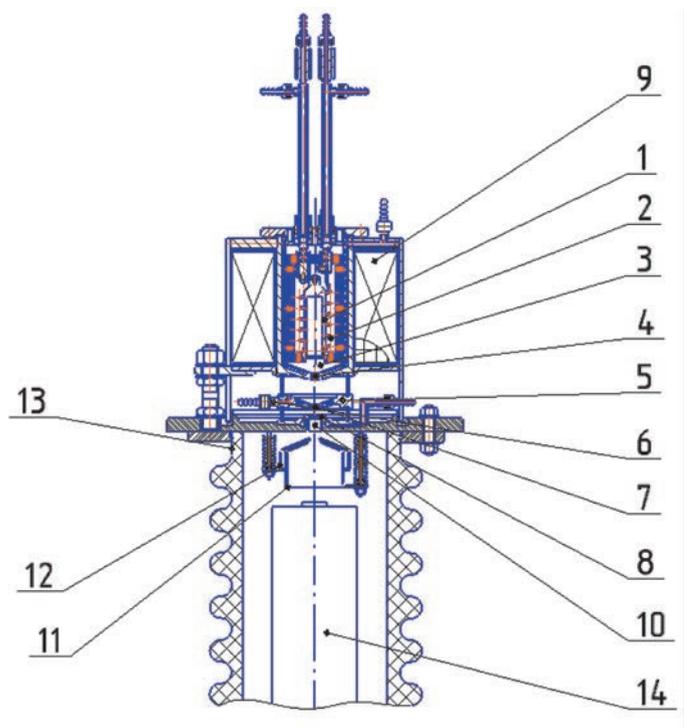


Рис. 1. Схема дуаплазмотрона

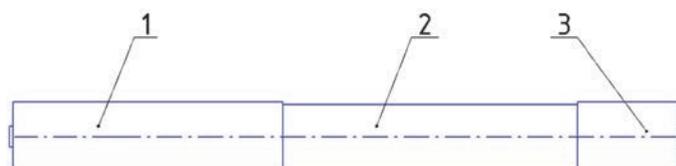


Рис. 2. Оптическая система дуаплазмотрона

но-секstupольных неявнополюсных линз, не имеющих явных полюсов и создающих магнитные поля необходимой конфигурации за счет распределения плотности токов в пространстве);

- ▶ квадруплет 2 из квадрупольных (четырёхполюсных) линз;
- ▶ неявнополюсные дипольные (двухполюсные) отклоняющие линзы 3, повернутые одна относительно другой на  $90^\circ$ .

Неявнополюсные линзы применяются в двух случаях:

- ▶ при создании слабых магнитных полей и требуется совмещение в одном сечении линз, создающих различные поля, при этом используется обычное охлаждение обмоток;
- ▶ при создании сверхмощных магнитных полей (когда материал магнитопроводов неявнополюсных линз уже насыщается) – при этом используются либо сверхпроводящие, либо гиперпроводящие обмотки.

Применение неявнополюсных линз для предлагаемой конструкции обусловлено первой причиной.

Квадруплет из совмещенных октупольно – секstupольных неявнополюсных линз обеспечивает создание магнитных полей, предназначенных только для компенсации aberrаций (погрешностей) оптической системы, поэтому их величина небольшая. Кроме этого, необходимо совмещение различных линз и высокая точность создания ими полей.

Отклоняющая система 3 обеспечивает отклонение ионного пучка на небольшой угол ( $\pm 0.05$  радиан), совмещение двух дипольных линз, расположенных друг относительно друга на  $90^\circ$  и высокую точность создания полей.

Квадруплет из квадрупольных линз – это квадруплет Дымникова, или русский квадруплет. Он является полным аналогом аксиально симметричной фокусирующей линзы, но в отличие от нее, обладает как минимум на порядок меньшими aberrациями, которые к тому же могут быть полностью скомпенсированы октупольно-секstupольным квадруплетом.

Квадруплет из совмещенных октупольно – секstupольных неявнополюсных линз предназначен для компенсации хро-

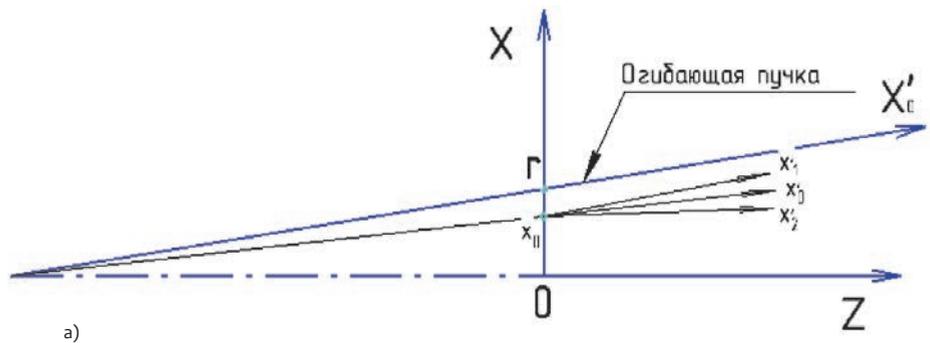
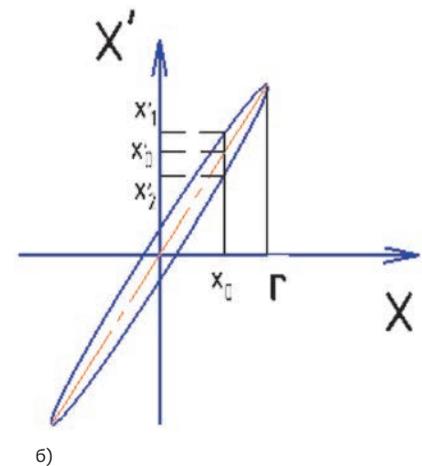


Рис.3. Фазовый портрет

матических aberrаций пучка и aberrаций, вносимых в пучок квадрупольными линзами. Принцип компенсации основан на том, что пучок запоминает все искажения, которые были в него внесены на всем его пути. Поэтому если предварительно внести в него aberrации перед квадрупольными линзами с отрицательным знаком, то они будут скомпенсированы aberrациями квадрупольных линз. Наглядно это можно продемонстрировать при помощи фазовых портретов пучка в его различных сечениях.



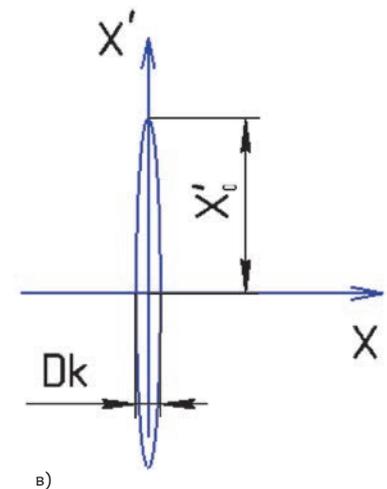
б)

### ФАЗОВЫЙ ПОРТРЕТ

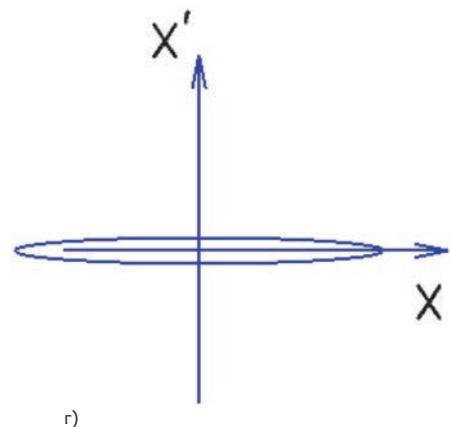
Если направить ось  $oz$  вдоль оси пучка, а оси  $ox$  и  $oy$  – перпендикулярно ей (рис. 3а), то график изменения  $x' = dx/dz$  (угла наклона траектории частиц пучка к оси  $oz$ ), в зависимости от координаты « $x$ » в сечении  $Z_0$ , для идеального пучка выглядит как отрезок прямой, наклоненной в положительную сторону при расходящемся пучке (рис. 3б), и в отрицательную сторону – при сходящемся пучке, вдоль оси  $o'x'$  в точке кроссовера (рис. 3в) и вдоль оси  $ox$  при параллельном пучке (рис. 3г). Данный график называется фазовым портретом пучка по оси  $ox$  в сечении  $Z_0$ .

Реальный пучок отличается от идеального тем, что частицы проходят через координату « $x$ » под разными углами, т.е. пучок имеет угол расходимости из каждой точки. На фазовом портрете это изображается в виде эллипса, большая диагональ которого и есть отрезок от идеального пучка.

Площадь эллипса, умноженная на  $2\pi$ , называется эмитансом пучка. Согласно теореме Лиувилля, при прохождении пучка только через магнитные поля его эмитанс не увеличивается. При свобод-



в)



г)

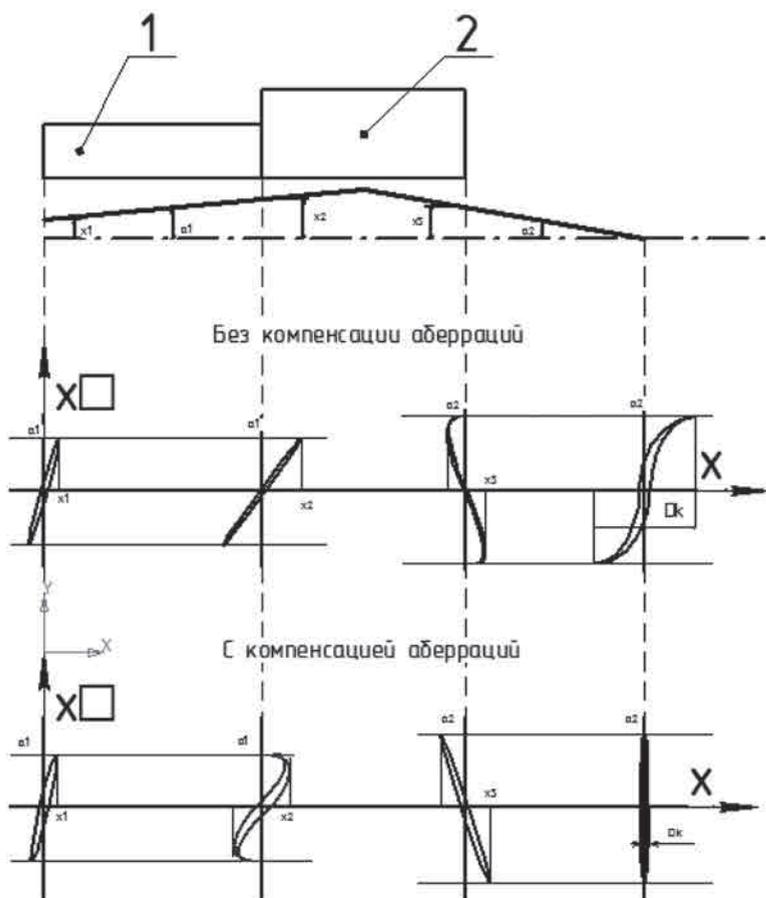


Рис. 4. Схема компенсации aberrаций октупольными линзами

ном дрейфе пучка или при прохождении его через бесконечно тонкие фокусирующие системы с линейными характеристиками эллипс на фазовом портрете только вращается вокруг точки «0». Его ось не искривляется. Но поскольку квадрупольные линзы реально не обладают идеальным градиентом, имеют конечную длину и лобовые поля, в которых градиент магнитного поля возрастает по какому-то закону, то ось эллипса искривляется. Это и называется внесением aberrаций в пучок фокусирующей системой. Но если квадрупольные линзы спроектировать и изготовить с практически идеальным градиентом и линеаризовать рост градиента магнитного поля на лобовых полях, то вносимые aberrации можно полностью скомпенсировать октупольными линзами, что наглядно показано на рис. 4 (квадруплет из совмещенных октупольно – секступольных неявинолюсных линз 1, квадруплет из квадрупольных линз 2, диаметр кроссовера пучка –  $D_k$ ).

Дополнительно необходимо отметить то, что реальный пучок не является монохромным, т. е. частицы имеют не только угловую расходимость импульса, но и обладают некоторой дисперсией  $\Delta P$  по абсолютному значению. Поэтому, проходя через элементы фокусирующей системы, различные частицы пучка фокусируются по-разному, что также приводит к искривлению основной оси эллипса пучка на фазовом портрете и, как следствие, к увеличению диаметра его кроссовера. Эти aberrации называются хроматическими. Для их компенсации в системе предусмотрен квадруплет из секступольных линз.

Мультипольные неявинолюсные линзы с круговой апертурой характеризуются законом изменения плотности тока (рис. 5): Изменение плотности тока для идеализированной системы (магнитное поле

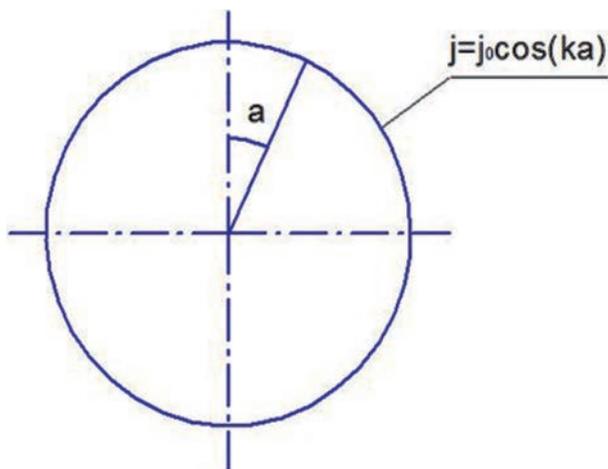


Рис. 5. Изменения плотности тока неявинолюсных линз с круговой апертурой

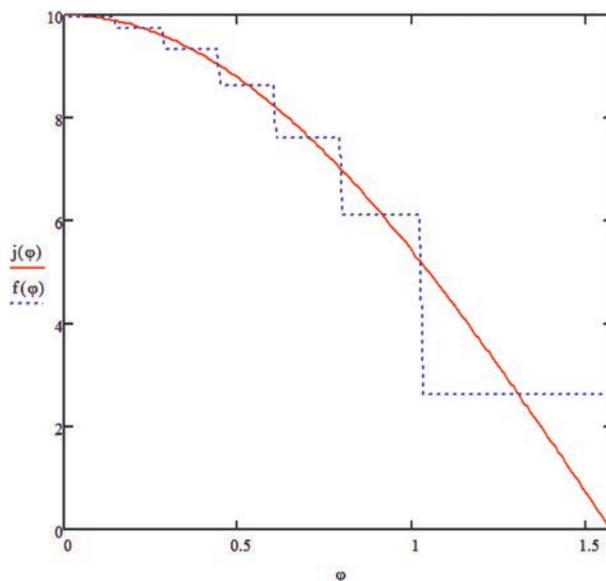


Рис. 6. Идеальный закон распределения плотности тока  $j(a)=j_0 \cos(ka)$

постоянно во всей апертуре) или диполя, можно представить в следующем виде:

$$j=j_0 \cos(a) \quad (1)$$

- $j_0$  – максимальная плотность тока;
- $a$  – угол.

Квадруполь можно рассматривать как совокупность двух одинаковых диполей с равными по величине и противоположными по направлению магнитными полями. Магнитное поле квадруполя на оси линзы равно нулю и возрастает с радиусом линейно:

$$j=j_0 \cos(2a) \quad (2)$$

Аналогично для секступоля, предназначенного для компенсации хроматических aberrаций пучка, имеем:

$$j=j_0 \cos(3a) \quad (3),$$

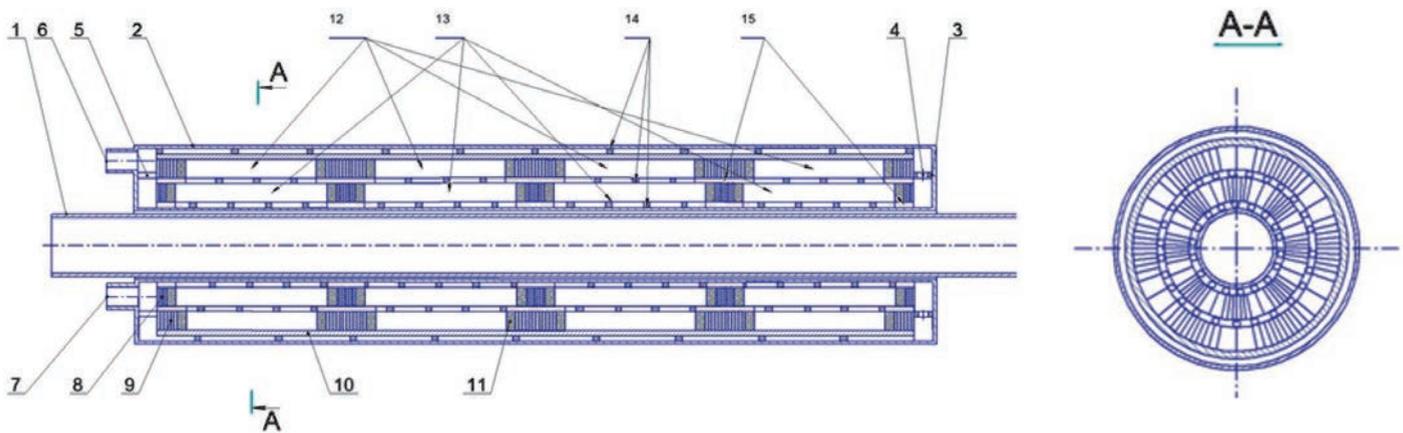


Рис. 7. Конструкция квадруплета из совмещенных октуполь – секступольных линз

для октуполь, предназначенного для компенсации aberrаций, вносимых в пучок квадрупольными линзами:

$$j=j_0 \cos(4a) \quad (4)$$

Конструкции разработанных линз отличаются друг от друга способом аппроксимации этого идеального закона распределения плотности тока. В данной установке используются линзы со ступенчатой аппроксимацией (рис. 4, сечение А-А). На рис. 6 изображен идеальный закон распределения плотности тока:

$$j(a)=j_0 \cos(ka) \quad (5),$$

где

- $2k$  – количество полюсов в линзе,
- сплошная линия и закон распределения плотности тока в реальной линзе для семи витковой обмотки – пунктирная линия.

Конструкция квадруплета из совмещенных октуполь-секступольных линз представлена на рис. 7. Квадруплет из совмещенных октупольно-секступольных неавтополюсных линз размещен в корпусе 2, который базируется на лучепроводе 1. Лучепровод является единым для всех элементов оптической системы и позволяет без дополнительных юстировочных механизмов обеспечить их соосность. Каналы охлаждения лучепровода условно не показаны.

На поверхности внутреннего цилиндра закреплены лобовые магнитные экраны 15, имеющие форму цилиндров диаметром  $d$ , равным разности радиусов внутреннего корпуса и октуполя 13, и длиной  $l$ , равной толщине лобовых переходов 8 обмотки октупольной линзы.

На наружной поверхности квад-

руплета октупольных линз закреплены магнитные экраны 9 для лобовых переходов квадруплета секступольных линз. Между магнитными экранами нанесена винтовая навивка из изолирующего материала 14, на которой базируется квадруплет секступольных линз, образующий винтовой канал охлаждения прямоугольного сечения.

На наружном диаметре квадруплета секступольных линз базируется обратный магнитопровод 10, на поверхности которого нанесена винтовая навивка, образующая винтовой канал охлаждения.

Все технологические пустоты октупольных и секступольных линз заполнены наполнителем 11. В осевом направлении относительно корпуса 2 весь блок линз фиксируется вставками 5 и 3. Охлаждающая жидкость поступает через патру-

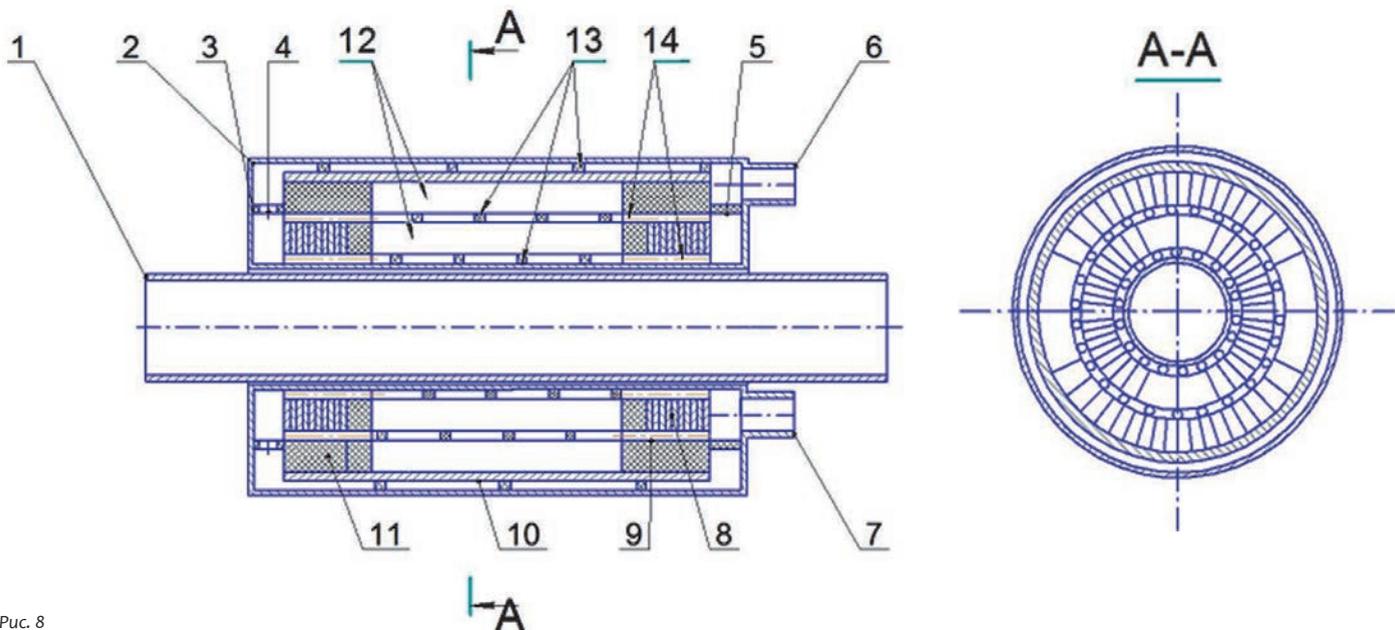


Рис. 8

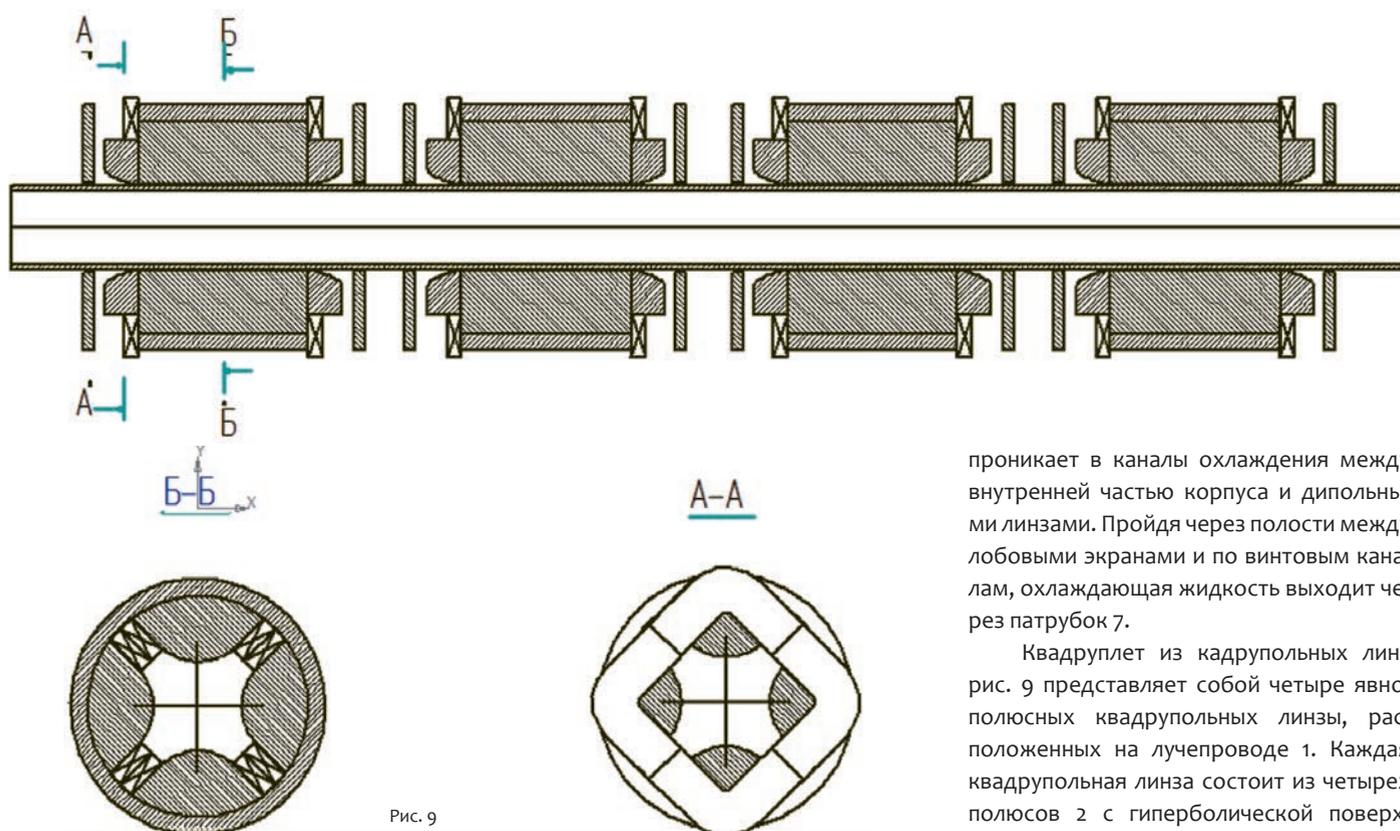


Рис. 9

бок 6, проходит по винтовому каналу в противоположную часть корпуса, затем через отверстия 4 в проставке 3 проникает в каналы охлаждения между внутренней частью корпуса и квадруплетом октуполей, между секступольным и октупольным квадруплетами. Пройдя через полости между лобовыми экранами и по винтовым каналам охлаждающая, жидкость выходит через патрубок 7.

Конструкция отклоняющей системы состоит из двух совмещенных дипольных линз, повернутых относительно друг друга на угол  $90^\circ$ , представлена на рис. 8. Внешне он практически не отличается от уже описанного квадруплета. Линзы размещены в корпусе 2, который базируется на лучепроводе 1. Лучепровод является единым для всех элементов оптической системы и позволяет без дополнительных юстировочных механизмов обеспечить их соосность. Каналы охлаждения лучепровода условно не показаны.

На поверхности внутреннего цилиндра закреплены лобовые магнитные экраны 14, имеющие форму цилиндров диаметром  $d$ , равным разности радиусов внутреннего корпуса и внутреннего диполя 12, и длиной  $l$ , равной толщине лобовых

переходов 8 обмотки дипольной линзы. Между магнитными экранами нанесена винтовая наливка из изолирующего материала 13, на которой базируется внутренняя дипольная линза, образующий винтовой канал охлаждения прямоугольного сечения.

На наружной поверхности внутренней дипольной линзы закреплены магнитные экраны 14 для лобовых переходов наружной дипольной линзы. Между магнитными экранами нанесена винтовая наливка из изолирующего материала 13, на которой базируется наружная дипольная линза, образующий винтовой канал охлаждения прямоугольного сечения.

На наружном диаметре наружной дипольной линзы базируется обратный магнитопровод 10, на поверхности которого нанесена винтовая наливка, образующая винтовой канал охлаждения.

Все технологические пустоты линз заполнены наполнителем 11. В осевом направлении относительно корпуса 2 весь блок линз фиксируется вставками 5 и 3. Охлаждающая жидкость поступает через патрубок 6, проходит по винтовому каналу в противоположную часть корпуса, затем через отверстия 4 в проставке 3

проникает в каналы охлаждения между внутренней частью корпуса и дипольными линзами. Пройдя через полости между лобовыми экранами и по винтовым каналам, охлаждающая жидкость выходит через патрубок 7.

Квадруплет из квадрупольных линз рис. 9 представляет собой четыре явнорольных квадрупольных линзы, расположенных на лучепроводе 1. Каждая квадрупольная линза состоит из четырех полюсов 2 с гиперболической поверхностью. Полюса расположены в магнитопроводе 3. Пространственные обмотки 4 имеют форму, показанную сечениях: А-А (торцевые переходы) и Б-Б (средняя часть). Торцевые полюсные наконечники 5 и магнитные экраны 6 лианизируют спад градиента магнитного поля на концах линзы.

1. Внедрение технологии ионной имплантации позволяет повысить следующие характеристики изделий, изготовленных по электронно-ионной технологии:

- ▶ предел выносливости – на 20-180%;
- ▶ жаростойкость – более чем в 2 раза;
- ▶ эрозионную стойкость – более чем в 2 раза;
- ▶ коррозионную стойкость в условиях термоциклирования – более чем в 9 раз.

2. Модификация свойств изделий осуществляется за счет выглаживания поверхности, изменения химического и фазового составов материала слоев, идеализации кристаллической решетки при термической обработке, формирования структуры с оптимальным размером зерен, плотностью дислокаций и точечных дефектов, создания остаточных сжимающих напряжений.

# ГЛАВА ТЕХНИЧЕСКОЙ СЕМЬИ

Сергей Генченков на «Электромеханику» попал в самые сложные годы. Не только для предприятия – в целом для России. Впрочем, не только для России – приехал он с Украины, и именно потому, что жить там русским стало непросто. Ему, уроженцу Нелидовского района, по распределению выпало поехать в опытное конструкторское бюро автоматики в Северодонецк, город химиков и электронщиков, на крупное предприятие, там с коллегами он принимал непосредственное участие в разработке системы автоматического управления производством «Каскад-4», где впервые в стране нашли свое применение микроЭВМ. Эта система, заслуженно признанная передовой, стала внедряться на предприятия – в том числе и на производственное объединение «Азот» (тогда оно было крупнейшим в СССР аммиачным производством, но известно было также тем, что именно там был изобретен клей ПВА и именно там начали выпускать знаменитые чемоданы-«дипломаты»).

Молодая семья Генченковых получила квартиру, достаток и возможность длинные отпуска тратить на путешествия по стране. Однако в конце 90-х все изменилось. Сергею, уроженцу Тверской области, пришлось даже получить украинское гражданство – это была единственная возможность обеспечивать получаемыми по талонам продуктами семью, в которой подрастали две дочери. Но и это не помогло – уехать оттуда пришлось все равно. И семья перебралась на родину супруги Сергея Владимировича, в Ржев.

Здесь в те годы было тоже непросто. По специальности можно было устроиться только на «Электромеханику» – и то благодаря помощи друзей; с работой было очень сложно. С зарплатой, как и везде, впрочем – еще сложнее.



– На заводе в то время работало, наверное, человек сто, самые стойкие, – вспоминает Сергей Владимирович. – Остальные – в бессрочных отпусках, подрабатывали кто где чем мог, или вовсе уволились. Денег не получали месяцами, лично мне пришлось ждать зарплату три месяца. Зимой на работу научные работники бегали через Волгу по льду – автобусы ходили плохо, да и денег, если честно, на них не было... Если сейчас кто-то начинает говорить, что мы плохо живем, я готов с ним поспорить: хорошо мы живем, не верите – можно сравнить с теми годами.

А буквально через пару лет положение стало налаживаться. Пришли заказы, вернулись партнеры, о которых на заводе успели забыть – а с ними и деньги. Стало хватать на ремонт, обновление техники. Вместе с тем, и работать приходилось напряженнее, ответственнее, сложнее – и интереснее.

– Начал на «Электромеханике» работать я в электротехническом отделе, которым руководил Александр Петрович Александров, – продолжает Генченков. – Он прикрепил меня к направлению микроэлектроники под начало конструктора

Оболенского, и занимались мы непосредственно разработкой микроконтроллеров для автоматизации технологических процессов управления сварочным процессом в установках аргонно-дуговой сварки и для источников питания. Подобные же устройства нужно было разработать и изготовить для применения их в области электроэнергетики, для наблюдения за технологическими процессами на подстанциях региона. Многопроцессорные контроллеры МКП-4, которые мы специально для этих целей сконструировали и запустили, были установлены на четырех электростанциях Тверской области и проработали там много лет. Они, изготовленные на элементной базе конца 80-х, были на тот период технологически совершенны и рассчитаны на долгий срок службы.

Генченков на сегодняшний день является одним из сильнейших специалистов завода в области электрики и электроники. Но он с улыбкой вспоминает, на чем пришлось учиться два с лишним десятилетия назад:

– Тогда мне пришлось освоить систему автоматизированного проектирования ПИКАТ и систему электронного про-

ектирования электросхем. Работали мы на машинах Pentium-1.

Шли годы, и уже в должности начальника электротехнического отдела Сергей Генченков осваивал внедренную на шести рабочих местах новую, немецкого производства, систему электронного программирования – она позволила конструкторам в процессе прорисовки электросхем получать таблицы проводников как в отдельной секции, так и в целых узлах и установках, чем значительно упростила их работу.



Вместе с годами менялись и люди: старые кадры уходили, на их место с трудом, но удавалось привлекать других, ведь задач меньше не становилось, а темпы их решения только росли. Отдел, которым руководил Генченков, вначале входил в состав самостоятельного научно-технического центра «Электромеханики», а когда необходимость такой самостоятельности отпала и он вернулся в состав предприятия – Генченков стал одним из трех заместителей главного конструктора.

Сегодня под началом Сергея Владимировича – 17 человек. И молодые есть, и опытные. О молодежи начальник отзывается хорошо: не хватает полученных в вузе знаний – накопят их в процессе работы. Впрочем, много и таких, чье полученное в ведущих вузах страны блестящее образование как раз и приводит этих

молодых талантливых специалистов на «Электромеханику», поскольку там, в столице, высокой наукой заниматься негде, соответственно, совершенствоваться и получать новые знания – тоже. И заслуженные опытные профессионалы завода никогда в помощи и совете молодым не отказывают: делаем ведь общее дело! Этакая конструкторская семья из двух десятков человек, с Сергеем Генченковым во главе. Накопленная информационная база конструкторского отдела этому сильно помогает.

А задачи перед предприятием стоят серьезные: изготовление электронно-лучевого оборудования, оборудования послыонного электронного синтеза, модернизация печей нагрева и разработка установок опытного назначения управляемого литья с добавлением присадочных материалов, адаптация базовых установок собственного производства под конкретные требования заказчика... Объемы внушительны, сроки сжаты, ответственность велика.

Курс на импортозамещение взят прочно, и здесь «Электромеханика» работает на уровне мировых достижений и во многом даже впереди. А благодаря курсу предприятия на работу под конкретные требования заказчика с успехом решается задача отказа от импорта и перехода на отечественное оборудование целых производств, которые уже работают в русле

выпуска качественного оборудования только с использованием российских комплектующих – как, например, КЭАЗ (Курский электроаппаратный завод).

– Наша задача – разработать технику удобную, экономичную по энергозатратам и соответствующую европейским стандартам, – подчеркивает зам главного конструктора Генченков.

Он сам – не сторонник авторитарного стиля руководства. Да, наверное, и нельзя так с конструкторами, которые по самой специфике своей работы не должны замыкаться в жестких рамках. Ведь главное в их деле – не изобретать, а комбинировать уже известные технологии и оборудование, причем не только адаптируя каждую новую установку под конкретные требования, но и обязательно учитывая экономические факторы, что само по себе творческому человеку непросто. Здесь руководителю не с палкой надо стоять, а идейно вдохновлять сотрудников и курировать ход работ и сами проекты. Именно так и происходит, говорят коллеги Сергея Владимировича. А то, что цели достигаются, лучшее доказательство целесообразности выбранного курса.

Дома Генченкова ждет супруга, математик и программист, которая продолжает учить своему предмету школьников даже на пенсии. Кстати, вся семья Генченковых – технической направленности. И супруга, и даже обе дочери. Они получили блестящее образование в главном вузе страны – МГУ. Как так получилось, спросите вы.

– Мы, будучи в отпуске в Москве, попали на день открытых дверей в МГУ, и дочь заразилась и той атмосферой, и самим университетом. А когда старшая поступила, туда же потянулась и младшая, – говорит Генченков, и улыбается: – Так получилось, что она сорванцом была редким, и мы в детстве ее стращали, что, мол, будешь плохо себя вести, сдадим в интернат. И ведь сдали же! Ну то есть пришлось ей перед поступлением в МГУ заниматься дополнительно и жить, соответственно, в Холмогорском интернате.

Сейчас дочери уже взрослые и работают по специальности. Пойдут ли в технику и электронику внуки, которых у Генченковых уже трое? Будет видно.



### В РОССИИ НАЧАЛИСЬ ИСПЫТАНИЯ ГИПЕРЗВУКОВЫХ КРЫЛАТЫХ РАКЕТ «ЦИРКОН»

Первые испытания гиперзвуковой крылатой ракеты «Циркон» морского базирования начались в России, сообщил корреспондентам РИА Новости высокопоставленный представитель военно-промышленного комплекса.

– Гиперзвуковые ракеты «Циркон» уже в металле, и начались их испытания с наземного стартового комплекса, – сказал собеседник агентства.

По его словам, скорость ракеты должна составлять порядка 5-6 Мах (число Маха обозначает скорость звука).

Как сообщалось ранее, флагман Северного флота – тяжелый атомный ракетный крейсер «Петр Великий» – в ходе модернизации планируется вооружить гиперзвуковыми противокорабельными ракетами «Циркон».

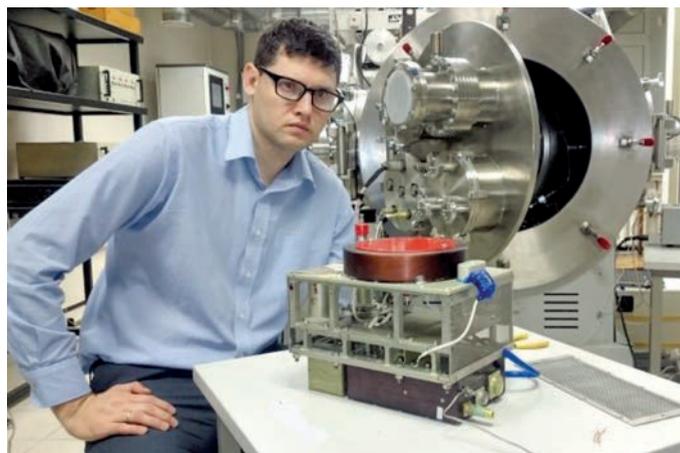


### МОДЕРНИЗИРОВАННЫЕ «БЕЛЫЕ ЛЕБЕДИ» ПРОСЛУЖАТ ДО 50 ЛЕТ

Модернизированные бомбардировщики Ту-160М будут находиться в эксплуатации 40-50 лет, заявил гендиректор РСК «МиГ», генконструктор Объединенной авиастроительной корпорации Сергей Коротков

– На базе хорошей платформы мы создаем новый совершенно комплекс, который будет существовать минимум лет 40-50. Это накладывает на нас определенную ответственность за принятые решения, – сказал он в эфире телеканала «Россия 24». – Надо спроектировать этот комплекс таким образом, чтобы на протяжении всего жизненного цикла, а это 50 лет, он был боеспособным и выполнял все задачи, которые в будущем прогнозируются.

Как сообщалось ранее, модернизированный сверхзвуковой стратегический бомбардировщик-ракетоносец Ту-160 приступит к полетам в 2019 году, серийный выпуск самолетов должен начаться в 2023 году. При этом ВКС России планируют приобрести не менее 50 таких машин.



### РОСКОСМОС СООБЩИЛ О ЗАВЕРШЕНИИ СЕРИИ ПЕРВЫХ ОГНЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ ИОННОГО РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ

На испытательном комплексе Конструкторского бюро химавтоматики (г. Воронеж) успешно завершена серия первых огневых испытаний высокочастотного ионного электроракетного двигателя. Этот двигатель — совместная разработка КБХА и Московского авиационного института (МАИ). Испытания успешно проведены на специальном вакуумном стенде и подтвердили соответствие параметров двигателя характеристикам, заложенным в техническом задании.

Работы с двигателем продолжают: запланировано проведение серии новых огневых испытаний для наработки ресурса и проверки стабильности подтвержденных характеристик при длительной эксплуатации.

Создание электроракетных двигателей было начато на предприятии в 2012 году. К разработке ионного электроракетного двигателя коллектив приступил после того, как КБХА выиграло в 2013 году конкурс Министерства образования и науки РФ на получение субсидий для реализации комплексных проектов по организации высокотехнологичного производства. Предприятие вошло в число победителей с проектом «Создание высокотехнологичной производственно-испытательной базы для разработки, стендовой отработки и промышленного производства электроракетных двигателей нового поколения».

Цель государственной поддержки также — развитие кооперации производственных предприятий, российских высших учебных заведений и государственных научных учреждений, именно поэтому у каждого избранного проекта два исполнителя: в частности, творческим партнером КБХА стал НИИ прикладной механики и электродинамики МАИ.

В отличие от жидкостных ракетных двигателей (ЖРД), разработкой которых специалисты КБХА занимаются уже более полувека, электроракетные двигатели в последние годы стали новым направлением работ на предприятии.

Предназначенные для использования в составе космических аппаратов, они могут способствовать решению широкого круга задач: коррекции и стабилизации рабочей орбиты спутников, их выводу с низких на высокие орбиты, а также осуществлению полетов в дальний космос.

ДУБРОВСКИЙ В.А. – к. т. н., заместитель главного металлурга  
 ПАО «Протон-ПМ» (г. Пермь),  
 АИТОВА Т.Н. – ведущий инженер ПАО «Протон-ПМ» (г.Пермь)

# РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ РОБОТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА

для изготовления форм  
по выплавляемым моделям  
для отливок ракетно-  
космической техники

**Л**итые детали всех ракетно-космических аппаратов, как правило, исходя из требований высочайшей надежности, изготавливаются преимущественно из высокопрочных, высоколегированных сталей ВНЛ-1, ВНЛ-3, ВНЛ-6, ЭП-56Л, ВНС25-КЛ и никелевых жаропрочных сплавов ЭП-202, ЖС6КВИ, ЖСЗДК. В новых конструкциях двигателей для ракетносителя «Ангара» для насосов горючего стали применяться литые детали из титановых сплавов ВТ5Л, ВТ20Л.

Весьма важной особенностью литых деталей для ракетных двигателей является сложнейшая конструкция в сочетании с высокими требованиями по геометрической точности, герметичности и по уровню механических свойств, в том числе и при температурах минус 196°С.

Все эти особенности диктуют и выбор технологии изготовления отливок, а именно, метод литья по выплавляемым моделям.

Основной сущностью данного метода, как и раньше, является создание восковой модели из модельной массы с пос-

ледующим изготовлением по этой модели литейной формы. В качестве модельных масс на предприятии применяются:

- ▶ масса ПСЭ на основе парафина и стearина;
- ▶ масса ЗГВ-102 на основе буроугольного и торфяного восков;
- ▶ Blayson A7-FR/60.

Данная модельная масса Blayson A7-FR/60 производства Великобритании применяется для изготовления моделей осеблочных отливок (с литыми бесприпусковыми лопатками – ротора турбин, сопловые аппараты).

Для получения внутренних полостей отливок используют стержни из водорастворимых модельных составов на основе карбамида или керамические стержни.

Метод выплавляемых моделей, при своей, казалось бы, внешней простоте, из всех известных методов литья является самым дорогим по затратам физического труда, расходу различных видов материалов и всех видов энергий.

В то же время данный метод, благодаря преимуществам по достижению надлежащего качества, в настоящее

время является (и будет в перспективе, в будущем, являться) ведущим методом получения отливок не только для космической отрасли, но и для бурно развивающихся отраслей атомной, авиационной промышленности, а также химического машиностроения.

Промышленное применение этого метода обеспечивает получение любых отливок сложной геометрии: от нескольких грамм до десятков, сотен килограмм, с толщиной стенок от менее 1 мм до 40-50 мм, шероховатостью литых поверхностей от  $R_z=20$  мкм до  $R_A=1,25$  мкм. Указанные возможности метода позволяют максимально приблизить получаемые отливки космического назначения к готовым деталям, а по большинству поверхностей эти отливки не требуют последующей



Литая деталь «Ротор», с литыми бесприпусковыми лопатками, стартера запуска авиационного двигателя ПС-90А. Материал – высокопрочная нержавеющая сталь ВНЛ-5. Скорость вращения на стадии запуска  $p=40000 - 45000$  об/мин.



Стартер с литыми бесприпусковыми лопатками двигателя первой ступени ракетносителя «Протон». Материал – никелевый сплав ЭП-202. Наружный диаметр – 320 мм. Вес литой заготовки- 7,8 кг



Отливка детали «Аппарат спрямляющий» ракетносителя «Ангара» с литыми лопатками. Материал – высокопрочная нержавеющая сталь ВНЛ-1. Вес литой заготовки – 13 кг. Наружный диаметр – 300 мм



Ротор турбины двигателя первой ступени ракетносителя «Протон», с литыми бесприпусковыми лопатками. Материал – никелевый сплав ЖС6К-ВИ. Скорость вращения в момент пуска до 20000 об/мин. Наружный диаметр – 320 мм. Вес заготовки – 10,8 кг



Створка регулируемого сопла авиационного двигателя ПС-90А. Габариты детали – 170x400 мм. Толщина полотна – 0,8мм. Материал – никелевый сплав ВЖЛ-14ВИ. Вес детали – 1,42 кг



Модельный блок отливки детали «Патрубок» двигателя «РД-285». Материал – высоколегированная коррозионностойкая сталь ЭП-56Л. Вес заготовки – 38 кг

механической обработки. Типовые литые детали, изготовленные методом выплавляемых моделей, показаны на фото.

Несмотря на неоспоримые преимущества данного метода изготовления фасонных отливок, многие операции техпроцесса длительное время осуществлялись исключительно ручным способом. При этом, как в нашей стране, так и в зарубежной практике, основной дилеммой оставалось то, что только исключительно ручным способом можно добиться высокого качества получаемых отливок. Другим негативным критерием существующего техпроцесса являлось применение для изготовления форм весьма дорогостоящих, пожароопасных, взрывоопасных, токсичных материалов – этил-

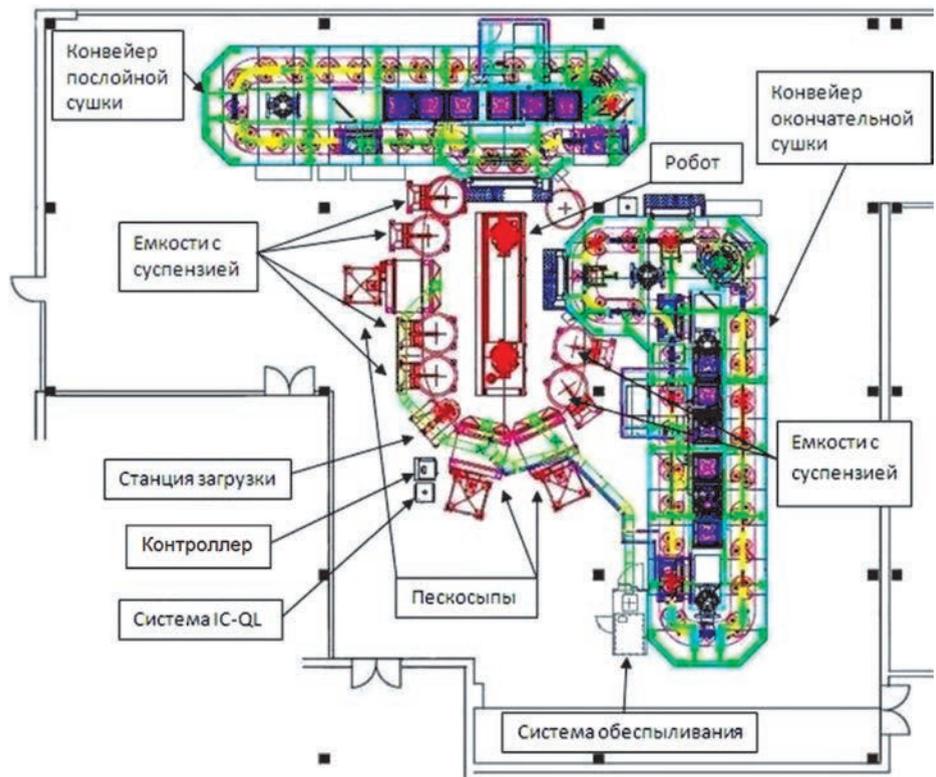


Схема робототехнического комплекса для изготовления форм для литья по выплавляемым моделям. Площадь участка – 540м<sup>2</sup>. Производственная мощность участка до 20000 форм/год. Цикл изготовления: 8-слойных форм – 45-50 часов, 10-слойных форм – 50-60 часов, 12-слойных форм – 60-70 часов, 14-слойных – 70-80 часов. Количество мест на конвейерах – 56

силиката (этиловый эфир ортокремневой кислоты), технического спирта, соляной кислоты, газообразного аммиака. В ряде зарубежных стран, например, в США, некоторые из указанных материалов (спирт, этилсиликат, аммиак) попали по условиям технической безопасности в разряд запрещенных материалов. Кроме того, применение этих весьма дорогостоящих материалов являлось сдерживающим фактором формирования конкурентной цены отливок.

Анализ структуры цены отливок по трудовым затратам, по затратам на материалы показывает, что до 25-30% всех затрат приходится на технологические операции, связанные с изготовлением литейной формы. При этом, как показывает практика, при ручном способе изготовления, как правило, создаются условия образования многих различных литейных дефектов. Вот почему нашим предприятием для существенного сокращения затрат, стоимости отливок и повышения качества

была выбрана стратегическая задача: разработка и внедрение роботизированного способа изготовления форм. Тем более что литьем по выплавляемым моделям на предприятии изготавливается более 700 наименований различных отливок.

По техническому заданию нашего предприятия совместными усилиями с фирмой VA Technology /Великобритания/ в 2007 году создан робототехнический комплекс для изготовления форм. Технологическая схема и весь комплекс оборудования показан на рисунке выше. Робототехнический комплекс размещен на площади 540 м<sup>2</sup>. Помещение выполнено в евро-стиле, с цветовой гаммой, принятой на ПАО «Протон-ПМ» – светло-серый, синий. Освещение всего помещения – подвесное, с лампами дневного света типа «Байкал».

Робототехнический комплекс включает в себя:

- ▶▶ робот фирмы KAVASAKI (Япония);
- ▶▶ 7 емкостей для огнеупорных суспензий различного состава;
- ▶▶ 3 пескосыпа;
- ▶▶ станция загрузки;
- ▶▶ контроллер робота;
- ▶▶ конвейер для основной (послойной) сушки форм;
- ▶▶ конвейер для окончательной сушки форм;
- ▶▶ система обеспыливания;

▶▶ система управления процессом изготовления форм IC-QL;

▶▶ система управления роботом

Робототехнический комплекс имеет индивидуальную систему для создания микроклимата на самом участке и в конвейерах комплекса.

Процесс изготовления форм осуществляется следующим образом. Ведущий специалист разрабатывает программу индивидуально для каждой детали, исходя из особенностей геометрии, габаритов, веса и материала отливки, и вводит ее в память управляющей системы IC-QL. Эта программа включает:

1. Материал для нанесения каждого слоя покрытия (т.е. конкретную емкость с огнеупорной суспензией).

2. Материал для обсыпки модельного блока после нанесения каждого слоя суспензии (т.е. конкретный пескосып с определенной фракцией обсыпного материала).

3. Траекторию движения робота с модельным блоком, как в емкости, так и после выхода из емкости для достижения качественного нанесения огнеупорной суспензии.

4. Траекторию движения робота с модельным блоком в пескосыпах для обеспечения качественной обсыпки различных по геометрии форм.

5. Путь движения робота с блоками для установки в конвейер для сушки, а также съем этого блока с конвейера для нанесения последующего слоя огнеупорного покрытия.

Программа изготовления форм на каждую деталь заложена в памяти управляющей системы IC-QL и может быть изменена или удалена только ведущим специалистом, с помощью ввода персонального пароля.

Оператор, обслуживающий комплекс, устанавливает модельные блоки на станцию загрузки и вводит номер детали, номер партии в память компьютера программного управления. Управляющая система, получив сигнал о поступлении детали на покрытие, передает роботу программу изготовления формы, которая продолжается в зависимости от заданной технологией (программой) количества наносимых слоев от 45 до 80 часов непрерывно.

Существуют конструкции подвесов модельных блоков с одним, двумя и т.д. до 15 блоков. На конструкцию подвески получен патент №79263. Типовые конструкции модельных блоков и подвесов приведены на фото.

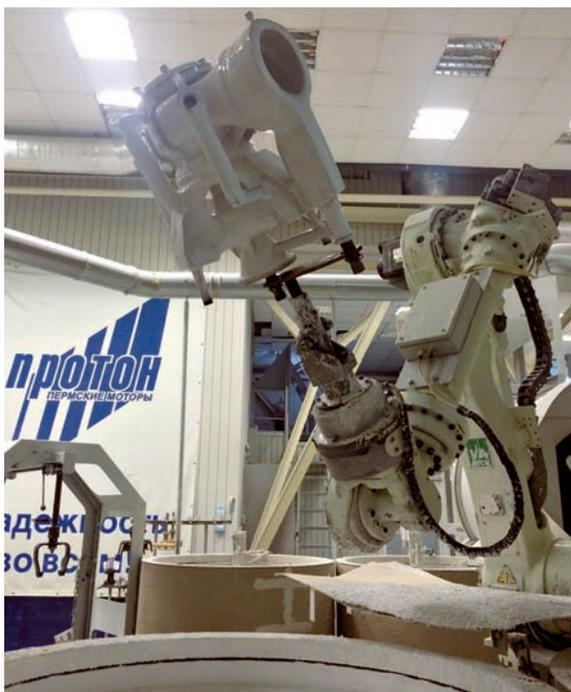
Особенностью всей системы программного обеспечения является следующее:



Модельный блок перед запуском изготовления формы отливки детали насоса двигателя ракетноносителя «Протон»



Нанесение огнеупорной суспензии на блок отливки детали «Патрубок» двигателя «РД-285» на робототехническом комплексе



Нанесение огнеупорной суспензии на блок отливки детали «Патрубок» двигателя «РД-285» на робототехническом комплексе.



Подвеска для одновременного изготовления пяти форм детали «Корпус» ракетносителя «Протон»



Модельные блоки после нанесения огнеупорного покрытия. Подвеска – пятиместная. Деталь – «Корпус» ракетносителя «Протон»



Подвеска с четырьмя формами после нанесения четырех слоев покрытия. Деталь насоса двигателя первой ступени ракетносителя «Протон»

- ▶▶ робот фирмы KAVASAKI имеет свое программное обеспечение
- ▶▶ конвейеры для сушки форм и периферийное оборудование управляются системой IC-QL.

Поэтому для функционирования всей системы в целом система управления роботом оснащена системой интерфейса ввода/вывода. Система состоит из цифровых модулей ввода/вывода и объединяет оборудование диагностики состояния сис-

темы и прохождения сигнала. Например, камера изготовления оболочковых форм оборудована системой IC-QL. Система IC-QL работает на персональном компьютере и подключена через интерфейс к системе управления роботом и панели управления камерой изготовления. В память компьютера по каждой детали заносится запись файла о последовательности технологической обработки индивидуальной оболочковой формы. В процессе изготовле-

ния формы производится отслеживание и передача отчета о ее состоянии. Система обеспечивает графическое отображение всего процесса, в случае отклонения процесса от заданных предельных значений она подает аварийный сигнал оператору. В автоматическом режиме система IC-QL контролирует работу робота, прочего периферийного оборудования, а также отслеживает температуру, влажность и прочие параметры процесса.



Алгоритм построения технологического процесса изготовления форм

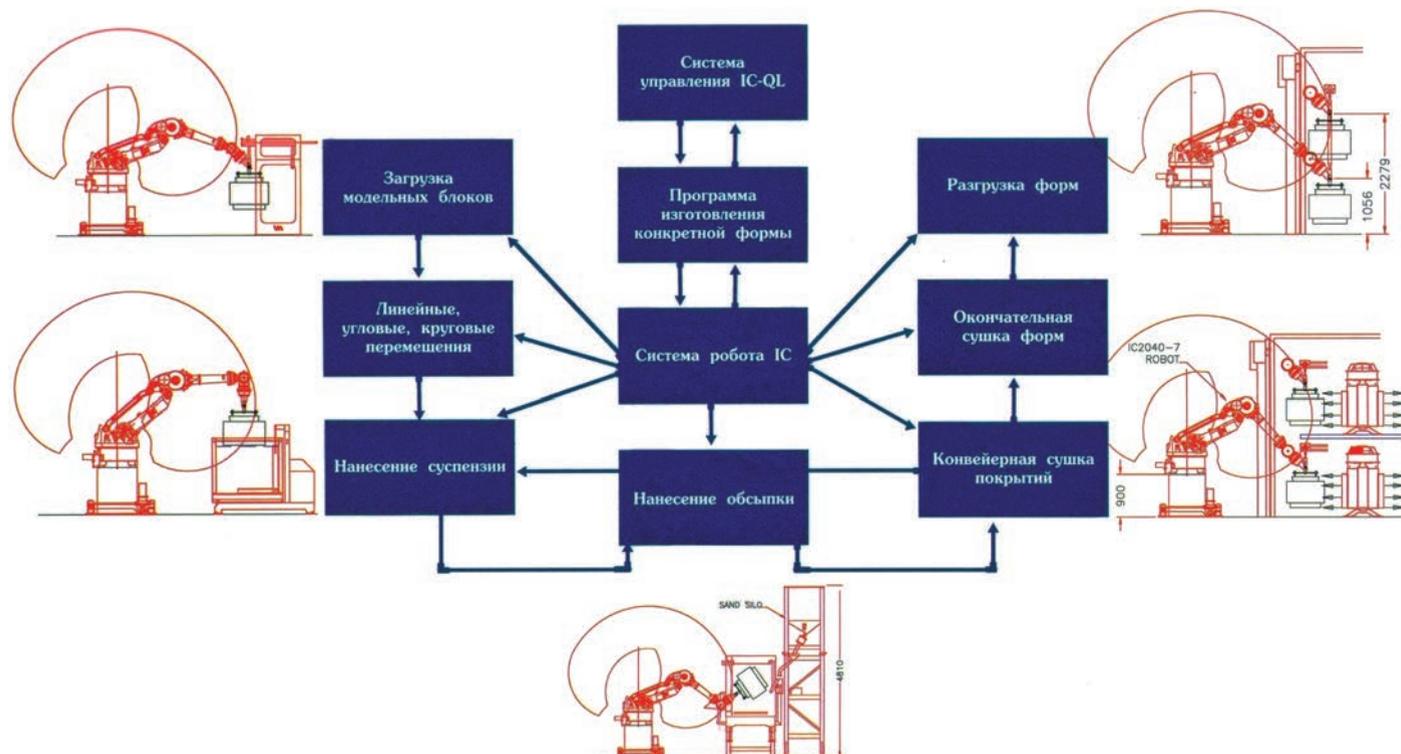
Существенной характерной особенностью робототехнического комплекса с разработанным программным обеспечением является чрезвычайная экономичность, т.к. включение в работу того или иного вида оборудования производится только тогда, когда робот с формой подходит к этому оборудованию и подает сигнал на включение.

Как указывалось выше, отрасль литья по выплавляемым моделям, особенно в США, а теперь и в Западной Европе в настоящее время претерпевает изменения

в области изготовления керамических форм. Требования по защите окружающей среды и соответствующее законодательство вынуждают пользователей этилсиликатных связующих переходить на использование связующих на водной основе. Таким образом, прекращается выделение паров спирта, аммиака в атмосферу и исчезает опасность возникновения пожаров или взрывов непосредственно внутри литейного цеха. В некоторых странах запрещающие штрафы, связанные с выделением паров спирта, аммиака, за-

ставили компании коренным образом пересмотреть свои взгляды на технологический процесс.

В России в этом направлении делаются только первые шаги. Поистине пионером в этом направлении является наше предприятие, которое одним из первых российских предприятий реализовало робототехнический способ изготовления форм для сложнейшей номенклатуры отливок ракетного, авиационного назначения с использованием водного связующего Ludox-SK. Ludox-SK – это сверхстабильное искусственное связующее.



Алгоритм исполнения технологического процесса изготовления форм

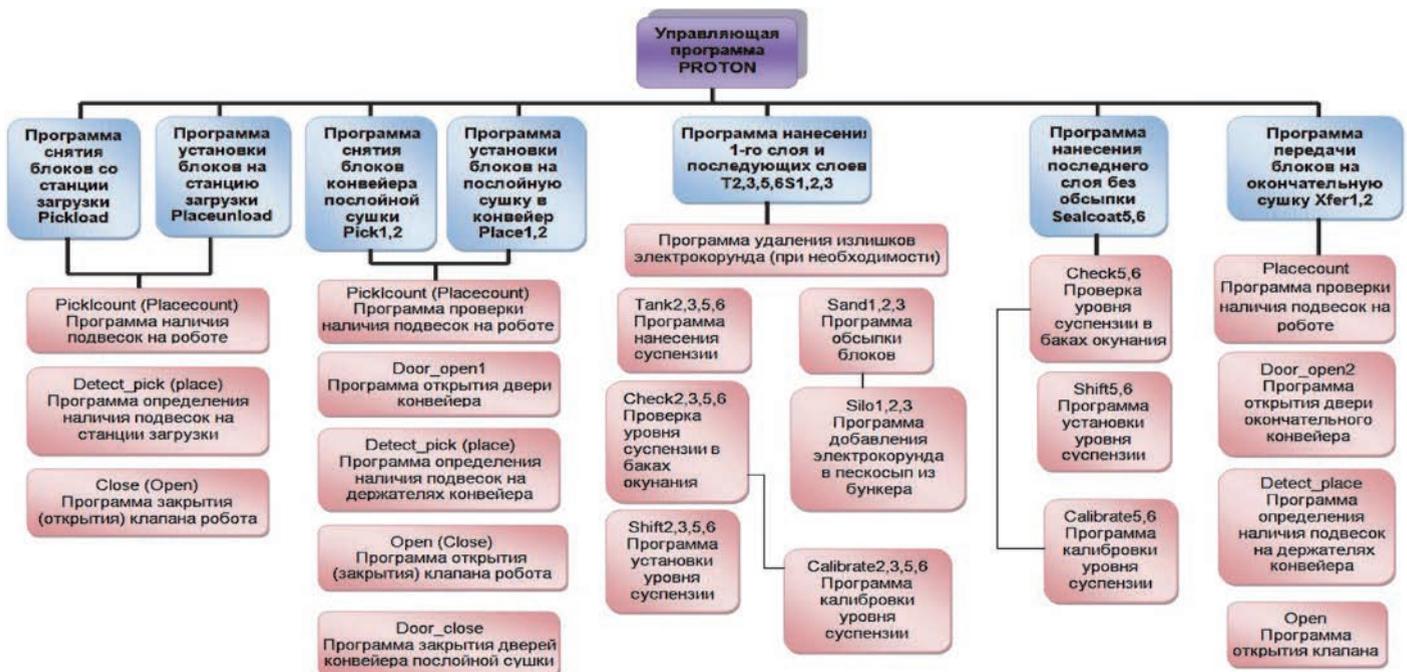


Схема программного управления процессом IC-QL

Его применение не требует применения токсичных пожароопасных материалов спирта, аммиака, соляной кислоты. В обычных условиях применения это связующее разводится до заданной вязкости дистиллированной водой. По структурному состоянию Ludox-SK близок к обсыпному материалу – плавленому кварцу, за счет чего обеспечивается стабильная геометрия отливок.

Преимущества связующего Ludox-SK перед этилсиликатными связующими:

- ▶ большой срок службы
- ▶ не требуются специальных условий по обслуживанию суспензий
- ▶ более стабильные размеры отливок
- ▶ высокая экономичность

В целом преимущества инновационной технологии изготовления форм на роботизированном комплексе с использованием водного связующего Ludox-SK заключаются в следующем:

- ▶ весь процесс изготовления форм, включая нанесение огнеупорного покрытия, обсыпку покрытия зернистым электрокорундом, послонную сушку, окончательную сушку всей формы с заданными параметрами влажности, температуры, скорости воздушного потока, осуществляется автоматически, без участия человека;
- ▶ передача модельных блоков на подвесе от различных агрегатов произ-

водится по заранее разработанной программе. Робот для выполнения технологического цикла перемещается в 6 степенях свободы с дополнительной седьмой осью горизонтального перемещения самого робота;

- ▶ из технологического процесса изготовления форм исключены все токсичные, пожароопасные, взрывоопасные материалы – спирт, аммиак, этилсиликат, соляная кислота. Класс помещения из наиболее опасного – категории «А» стал безопасным – категории «Д»;
- ▶ новый участок не требует специальной системы автоматического пожаротушения (ее обслуживание составляло сотни тысяч рублей в год, а сама система автоматического пожаротушения стоит более 5 млн. рублей);
- ▶ при производстве форм сокращен расход многих вспомогательных материалов, некоторые из них исключены полностью. Экономия средств на вспомогательные материалы составляет до 30%;
- ▶ сокращен брак отливок по засорным дефектам. Убытки от брака в процентах к изготовленной валовой продукции сокращен с 4,0% до 3,5%, или более чем на 1 млн. руб. в год;
- ▶ стоимость 1 кг отливок из нержавеющей высокопрочных сталей сокра-

щена в среднем до 30%, для отдельных видов отливок ~ с 1300-1400 рублей до 900-1000 рублей;

- ▶ за один цикл, в зависимости от количества блоков на подвесе, можно изготовить до 300 форм. При надлежащей организации производства количество запусков в месяц составляет до 9 раз.

За период с августа 2008 года по 2011 год на новую технологию переведено изготовление форм более 320 наименований или ~ 85% общей изготавливаемой номенклатуры отливок.

За счет реализованного проекта увеличена мощность цеха по производству отливок более чем на 30%. Это осуществлено за счет привлечения сторонних заказов для предприятий авиационной, нефтяной промышленности и заказов оборонно-промышленного комплекса.

Таким образом, впервые для предприятий ракетно-космического назначения создан роботизированный участок изготовления форм по выплавляемым моделям, аналогов которому в России нет.

Инновационный проект изготовления форм сложнофасонных крупногабаритных отливок для современных ЖРД, ТВД по выплавляемым моделям воплощает в реальность идею создания «белого» литейного цеха с малолюдной технологией.

# ТРУДОВАЯ ДИНАСТИЯ ОРТИНЫХ

Во времена Советского Союза трудовые династии были привычны, более того – модны. Прийти на предприятие вслед за отцом или матерью и вырасти в специалиста считалось почетным. На ПАО «Электромеханика» трудится несколько рабочих династий, но, пожалуй, Ортины – одна из самых известных. Про них не раз писала заводская и городская пресса.

**Р**одоначальником династии Ортиных можно считать Анатолия Ивановича, который пришел на завод «Электромеханика» в 1958 году. А в 1970-м за проходную шагнул его старший сын Анатолий, с которым мы сегодня беседуем.

– Я учился в школе № 8, потом, в 1969-м, родители получили квартиру в районе Советской площади, и мы переехали туда. Окончив школу № 10, я пришел на завод. Тогдашний директор Михаил Павлович Кулешов много внимания уделял молодежи. Провел экскурсию по цехам, предлагал пойти шлифовщиком. Но я уже принял решение стать электромонтажником, как отец. Пришел туда, где работаю и сейчас – раньше это подразделение называлось цехом № 2, разве что участок мой располагался в другом месте.

Сегодня на ПАО «Электромеханика» трудятся четверо из династии Ортиных. Все работают в Сборочном производстве, все – электромонтажники. Анатолий Александрович имеет пятый разряд, его



супруга Валентина Анатольевна – четвертый, брат Владимир Анатольевич – пятый, его жена Татьяна – четвертый.

Ученику электромонтажника Анатолию Ортину пришлось для начала осваивать азы профессии.

– Начинал я с самого простого. Меня учили разделять провода, чи-

тать схемы. Наставником был Александр Иванович Вишняков. По сравнению с нынешней молодежью, мы все же были более усидчивыми; сейчас ребятам сложно долго осваиваться, они хотят все и сразу. И тем не менее, перспективной молодежи много. Мой ученик Руслан Шишканов сейчас уехал с моим братом

## НАША СПРАВКА:

### Ортин Анатолий Анатольевич

- 1981 год – присвоено звание «Победитель соцсоревнования»
- 1981 год – занесен в Книгу почета предприятия
- 1986 год – награжден Почетной грамотой предприятия
- 1988 год – фото размещено на Доске почета предприятия
- 1999 год – награжден Почетной грамотой главы Ржева.
- 2000 год – фото размещено на Доске почета предприятия
- 2001 год – награжден Почетной грамотой Главы города Ржева
- 2008 год – присвоено звание Ветерана труда предприятия
- 2009 год – награжден почетной грамотой главы департамента промышленного производства, товаров и услуг Тверской области.
- 2013 год – награжден благодарностью губернатора Тверской области
- 2014 год – награждён Почетной грамотой губернатора Тверской области

### Ортин Владимир Анатольевич

- 2004 год – фото размещено на Доске почета предприятия
- 2005 год – присвоено звание Ветерана труда предприятия
- 2010 год – награжден Почетной грамотой предприятия
- 2012 год – фото размещено на Доске почета предприятия
- 2013 год – награжден Почетной грамотой Главы города Ржева
- 2014 год – награжден благодарностью губернатора Тверской области



Анатолий Ортин получает Почетную грамоту губернатора на торжественном мероприятии по случаю 75-летия завода



Владимир Ортин получает благодарность губернатора на торжественном мероприятии по случаю 75-летия завода

в командировку в Златоуст – он достоин самых лучших слов. Опыт нарабатывается с годами, а самое главное, желание работать – у него есть...

Анатолий Ортин вспоминает вехи своей длинной трудовой биографии. Проработав на заводе несколько месяцев, он отправился служить в армию, а в 1973-м после службы вернулся на родное предприятие. В период с 1974 по 1976 годы заочно обучался в Московском приборостроительном техникуме.

– И все же, раньше у ребят было больше тяги к электронике. Что-то собирать, паять, заниматься в кружках радиолюбителей было модно, да и к домашней технике отношение было иное, ее старались чинить сами. Вспоминаю, как учился вязать узлы на карандашах. Это сейчас для закрепления проводов используются стяжки, которые затянул – и готово! Во времена моей молодости все вязали нитками, кропотливо, узлы должны были быть надежными.

Ортин рассказывает о том, что к работе электромонтажника, как и к любому иному занятию, должен иметься талант. Читать схемы с интересом, докапываться до истины и самостоятельно заниматься, совершенствуя профессиональное мастерство. Именно такой подход дает максимальный результат.

– Сейчас я освоил весь спектр оборудования, – рассказывает Анатолий Анатольевич. – Делаю серьезные вещи. Много приходится работать в команди-

ровках, в условиях повышенной ответственности: тут полагаешься полностью на собственное мастерство, спросить совета не у кого.

Впервые Ортин отправился в зарубежную командировку в 1986 году – в Чехословакию. За все годы работы на «Электромеханике» таких поездок было не счесть: и в Индию, и в Китай, и в другие страны... Там шел монтаж установок 833-Д, АРН-250, ПВ-900. Он вспоминает интересный опыт, сравнивает культуру производства, подход к работе и исполнению высокотехнологического оборудования. Интерес к деталям производства как раз и показывает его как истинного мастера своего дела.

– Есть ли у вас любимая установка, с которой приятнее всего работать?

– Пожалуй, установка плазменного напыления старого образца УПУ-3Д, мне с ней работать очень нравилось, знал ее досконально. Сейчас ей на смену пришли установки более технологически сложные, с ними тоже интересно. Сейчас в установках многое компьютеризировано, используются лучшие комплектующие отечественных и зарубежных производителей. Современная аппаратура требует постоянного повышения уровня знаний и умений.

От вопросов технических переходим к моментам личных отношений.

– Анатолий Анатольевич, Ваш брат Владимир решил продолжить трудовую династию и пришел на «Электромехани-

ку» следом за вами...

– Да, он моложе меня на полтора года. Проработал здесь, как и я, несколько месяцев до армии, а отслужив, в 1974-м, вернулся. Раньше работали в двух отдельных бригадах в одном цехе, сейчас бригада общая. Бывают ли у нас трения? Нет, для них нет повода. Работа у нас в рамках одного участка разная, каждый знает свое дело. Начальник участка старается давать каждому именно те задачи, в которых мы преуспели, отработав до мелочей. Так и нам проще, и для производства эффективнее.

В 90-е годы у Ортина в бригаде работал и его сын. Дочь, по специальности медик, живет в Твери. Зато супруга Валентина – с 1972 года рука об руку с мужем.

– Мы тут и познакомились, – вспоминает она, – завод тогда работал в две смены, в те годы устраиваться сюда было очень престижно, можно сказать, попадали с трудом, по знакомству Анатолий только вернулся из армии. А я пришла ученицей...

– Существует мнение, что с супругом работать – дело непростое. Поделитесь опытом?

– Я в основном выполняю несложную работу с проводами, делаю электромонтажные разводки соответственно своему четвертому разряду. У мужа труд гораздо более квалифицированный, так что мы, как говорится, не пересекаемся, для споров резона нет. Самое главное – чтобы работа нравилась!

**ГРАНОВСКИЙ А.В.** – исполнительный директор ООО «Научно-производственный центр» «Авиационное Литье» («НПЦ «АвиаЛит»)  
**ЛОЗКО И.Д.** – инженер-технолог «НПЦ «АвиаЛит»

## НПЦ «АВИАЛИТ»: ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИИ

### в сфере магниевого, алюминиевого литья и получения спецсплавов

В 2013 году в рамках концепции создания научно-промышленного инновационного технопарка на базе ПАО «Электромеханика», было принято решение о создании в одном из цехов предприятия, нового литейно-механического производства, основная задача которого была на тот момент в оперативном устранении острого дефицита магниевого литья, существующего на предприятиях оборонного комплекса Российской Федерации.

Летом 2013 года была создана компания, которая получила название «Научно-производственный центр «Авиационное Литье» («НПЦ «АвиаЛит»), отражающее суть предприятия - сплав наукоемких современных технологий литья с эффективным производством изделий, большая часть которых находит применение в воздушном пространстве страны. По существу, «НПЦ «АвиаЛит» является чистым B2B start-up проектом, конечная цель которого – создание «с нуля» на базе предприятия «Электромеханика» компактного центра компетенции в сфере литейных технологий, производства высококачественных магниевых, алюминиевых отливок и выплавки специальных сплавов для нужд оборонной, двигателестроительной и других отраслей промышленности Российской Федерации. Проект получил технологическую, техническую, финансовую и идеологическую поддержку правительства Тверской области, ПАО «Электромеханика», ОАО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей», НИТУ «МИСиС», «МАТИ», «ВИЛС» и ряда других институтов.

Для реализации проекта такой степени сложности, еще до начала производства, потребовалось решить ряд инженерных задач, основными из которых являлись модернизация и техническое перевооружение существующих цеховых площадей под задачи нового производства. Были реконструированы производственные площади, полностью обновлены силовые электрические сети цеха, разработан и реализован проект оснащения литейного производства новейшей системой приточно-вытяжной вентиляции с многоуровневой системой фильтрации, обеспечивающей комфортные условия на рабочих местах, а также защищающей атмосферу г. Ржев, реализован проект предупреждения чрезвычайных ситуаций, установлена пожарная сигнализация и специализированные системы пожаротушения, проведена газификация цеха «НПЦ «АвиаЛит».

Капитальные вложения во вновь создаваемое производство, еще до его запуска, составили порядка 250 млн. рублей, потраченных на обеспечение комфортных и безопасных условий труда будущим формовщикам, литейщикам, сварщикам, работникам механического участка и лаборатории контроля качества, инженерному составу и другим сотрудникам компании, а также на приобретение нового оборудования.



В течение полутора лет, прошедших с начала реализации проекта, компания «НПЦ «АвиаЛит» проделала трудный путь от строительства на производственных площадях, укомплектованием их оборудованием и первых опытных плавки и заливок до прошедших все квалификационные испытания серийных поставок магниевых отливок и сплавов на изделия оборонной и двигателестроительной отраслей промышленности Российской Федерации.

Гости и участники научно-технической конференции, традиционно прошедшей на ПАО «Электромеханика» в мае прошлого года, посетили цеха «АвиаЛита» и могли видеть функционирующий в полном соответствии с планом центр металлургических технологий. Его можно разделить на две основные группы производств, выделенных в отдельные проекты. Это основное производство и экспериментальное производство, или «Лаборатория экспериментального литья».

## ОСНОВНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

**Производство отливок из литейных магниевых и алюминиевых сплавов для нужд предприятий оборонного комплекса РФ и для сторонних потребителей магниевого и алюминиевого литья**

Основная цель – производство литейной продукции (отливок из легких сплавов (Mg, Al)), необходимой предприятиям концерна ПВО «Алмаз-Антей» и другим предприятиям смежных отраслей. Якорным заказчиком продукции выступил АО «ММЗ «Авангард» г. Москва, (Государственная Корпорация «Концерн ВКО «Алмаз-Антей»). В рамках обеспечения поставок изделий по государственным оборонным заказам, подписаны контракты между «НПЦ «АвиаЛит» и входящими в Концерн предприятиями, на поставку отливок из магниевых сплавов. Основная деятельность литейного производства заключается в обеспечении высококачественным магниевым и алюминиевым литьем оборонной промышленности Российской Федерации. В процессе производства, под руководством высокоопытных специалистов – инженеров-литейщиков и научных работников –



сотрудников «НПЦ «АвиаЛит» и профильных институтов и предприятий МИСиС, «ММЗ «АВАНГАРД», осуществляющих технологическую, техническую и научную поддержку производства, применяются все современные и инновационные технологии и методы литья, обеспечивающие высокий стандарт качества продукции. В производственном процессе получения магниевой отливки участвуют следующие подразделения компании: формовочный, плавильно-заливочный, механический участки и центральная заводская лаборатория.

### Формовочный участок

Здесь происходит производство литейных форм и стержней методом ручной и машинной формовки. Стержни и формы изготавливаются из сыпучих самотвердеющих песчано-смоляных смесей. Участок оснащен современным формовочным оборудованием производства Белорусского завода БЕЛНИИЛИТ. Два одношнековых смесителя модификации С1Ш-3 с установками подачи сухого песка в смеситель, а также оборудованием для дозирования и подачи сухих компонентов-ингибиторов в смесь, обеспечивают производительность приготовления холодно-твердеющих смесей на смоляных связующих (ХТС) до 6 т в час.

Технологические преимущества и состав ХТС по сравнению с традиционными песчано-глинистыми стержнями и формами обеспечивают в производстве НПЦ

«АвиаЛит» высокую геометрическую точность и механическую прочность стержней и форм, ингибиторы, входящие в ХТС, гарантируют отсутствие таких дефектов литья, как пригары, а прочность формы обеспечивает отсутствие дефектов литья, связанных с разрушением форм и стержней и их размытием при заливке (газовые раковины, посторонние включения в теле отливки). Технологическая оснащенность формовочного участка позволяет применять в производстве форм различные процессы приготовления ХТС.

Здесь применяется альфа-сет процесс (ALPHASET) с использованием связующих щелочных фенольных смол холодного отверждения с продувкой их газовыми реагентами. Преимуществами данного процесса являются низкий уровень запаха при изготовлении форм, низкий уровень химической токсичности, легкость извлечения форм из отливки при выбивке, длительный срок хранения форм и стержней, низкий уровень газовых дефектов при литье. ХТС Альфа-сет процесс изготовления форм и стержней в начале литейного производства – это качественные отливки на выходе.

В случае производственной необходимости технологи компании успешно применяют на формовочном участке другие ХТС процессы: – Фуран – процесс с использованием фуран-резольных смол, Пеп-сет процесс.

Готовые формы и стержни попада-

ют в покрасочную камеру для нанесения на них антипригарного покрытия и дальше – в сушильные шкафы и камеры, где сушатся при температуре 60-80 °С перед сборкой и передачей их на плавно-заливочный участок.

Габариты и масса форм, производимых на участке, различна и максимально в сборе может составлять до 5 тонн.

#### **Плавно-заливочный участок**

Основными производственными процессами на участке являются приготовление расплава металла в тигле и заливка его в приготовленные формы. Участок оборудован современным новым печным оборудованием российского производства, позволяющим получать объем жидкого металла порядка 1000 тонн в год. Открытые печи сопротивления типа САТ-0,48/8,0, используемые на участке с максимальной массой садки 480 кг по алюминию, оснащены выемными стальными тиглями емкостью 280 и 480 кг; организован участок ручной ковшевой заливки, что позволяет заливать как крупные корпусные детали в кокиль массой до

450 кг, так и средние и мелкие изделия (от 0,5 кг) различной геометрии в песчаные формы.

Внедрены и применяются современные технологии литья. Так, бесфлюсовая плавка магния, обеспечивает высокое литейное качество отливок, отсутствие флюсовой коррозии в изделиях. Отливки, произведенные «НПЦ «АвиаЛит», могут храниться и перевозиться без нанесения на них защитного покрытия без риска образования очагов (фото 3) внешней и внутренней коррозии в течение более длительного времени, чем при флюсовой плавке металла. Производственные площади «НПЦ «Авиационное Литье» позволяют получать литье из таких не допускающих смешивание сплавов как МЛ5пч и МЛ10, алюминиевое литье. Имеются потенциальные возможности внедрения дуплекс процессов плавки с использованием индукционных печей.

#### **Механический участок**

Здесь происходит обрезка литниковых систем отливок, зачистка поверхностных дефектов и предварительная меха-

ническая обработка – удаление литейной корки. Участок оснащен станочным парком, состоящим из фрезерных, токарных, лентопильных станков.

Каждая отливка производства «НПЦ «АвиаЛит» подвергается тщательному осмотру контролеров ОТК, и в случае выявления несоответствия на участке производится удаление выявленных службой контроля качества поверхностных дефектов литья зачисткой и подваркой.

#### **Центральная заводская лаборатория. Качество**

Качество выпускаемой литейной продукции является основным приоритетом «НПЦ «АвиаЛит». Литые изделия производства компании находят применение в ответственных узлах и агрегатах продукции военно-промышленного комплекса Российской Федерации. Согласно нормативно-технической документации на изделия, на производстве «НПЦ «АвиаЛит» контролируются химические и физические свойства выпускаемой продукции: химический состав материала, механические свойства металла. Производится контроль плотности отливок методом радиоскопического просвечивания.

В состав ЦЗЛ входят:

- ▶ химлаборатория, где идет определение химического состава литейных сплавов. Оснащена современным оптическим вакуумным эмиссионным спектрометром OBLF VeOs Германия, позволяющем производить химический анализ сплавов на основе Fe, Al, Ni, Ti, Cu, Zn, Co, Mg, Pb, Sn, анализ коротковолновых элементов N, C, S, P., с точным определением низких концентраций N и C (технология ULC). Диапазон измерения – от 0,010 % массовой доли с погрешностью  $\pm 0,003$  % массовой доли в зависимости от химического элемента. Также в процессе плавки и заливки металла проводится экспресс-анализ с целью непрерывного контроля химического состава расплава на переносных рентгено-флуоресцентных спектрометрах. Сотрудниками «НПЦ «АвиаЛит» проводится входной контроль поступающих на производство материалов.
- ▶ лаборатория исследования механических свойств материалов.





эти задачи частично силами собственного конструкторского бюро, частично – работая с ведущими предприятиями литейной отрасли (НИТУ МИСИС, МАТИ), инженеринговыми компаниями и производителями литейной оснастки, такими, как: «Инновационные Технологии», «Мастер Форм», «Делкам-Самара», «Промодель» и другими. Инжиниринг процессов литья и работа с конструкторской документацией осуществляется в следующих форматах: DGN .STP, .STEP .SAT (ACIS) .DXF .IGS, .IGES (2-D or 3-D) .DWG .PDF. Разработка 3D-моделей деталей и отливок с литниковой питающей системой в среде Solid Works. Анализ технологии в системе компьютерного моделирования литейных процессов ProCAST и LVMFlow (фото 5.)

Все отливки производства «НПЦ «АвиаЛит» выпускаются с сертификатом качества. На производстве «НПЦ «АвиаЛит» действует постоянное представительство ВП РФ.

Логистическая служба «НПЦ «АвиаЛит» обладает автомобильным парком и парком погрузочно-разгрузочных механизмов, имеет складские комплексы в городах Ржев и Москва для хранения материалов, комплектующих и готовой продукции. Компания осуществляет доставку готовой продукции от собственного производства до склада покупателя.

В настоящий момент времени, после двух лет существования производства, компания не только стала основным поставщиком магниевого литья для АО «ММЗ «АВАНГАРД» (Корпорация «Концерн ВКО «АЛМАЗ-АНТЕЙ»), но и приобрела репутацию динамично развивающегося современного компактного литейного центра и надежного поставщика для таких предприятий, как: ПАО «ДНПП», ОАО «Электромашиностроительный завод», ОАО «Аэроэлектромаш», активно привлекает новых заказчиков продукции, заинтересованных в получении качественного магниевого и алюминиевого литья.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО. «ЛАБОРАТОРИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЛИТЬЯ»

**Производство высоколегируемых специальных сплавов на высокотехнологичных вакуумных индукционных печах и установках для собственных нужд и для нужд промышленных предприятий различных отраслей промышленности РФ.**

В данном производственном подразделении опытные металлурги компании заняты воссозданием и отработкой технологий, производства сложнолегируемых специальных сталей и сплавов,

интерметаллидов и лигатур.

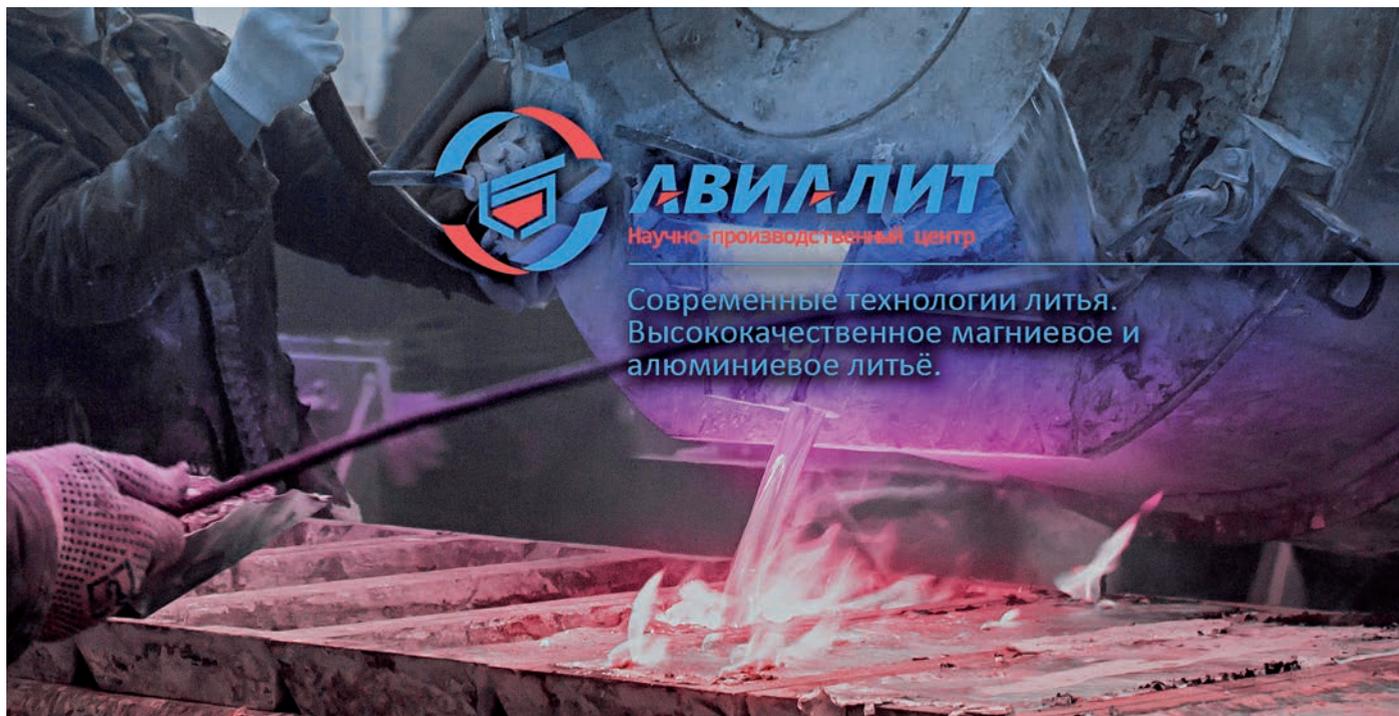
Лаборатории экспериментально литья имеет следующее оборудование:

- ▶ установка плавильная с холодным тиглем «УПХТ» производства ПАО «Электромеханика». Установка предназначена для выплавки высоколегированных титановых сплавов, в частности, на основе никелида титана, интерметаллида TiAl и др. а также выплавки интерметаллидных сплавов типа TiNi, TiAl, TiAlNb и др.

- ▶ установка вакуумная плавильная «УППФ» производства ПАО «Электромеханика».

Высокотехнологичное печное оборудование, которым оснащена «Лаборатория экспериментального литья» «НПЦ «АвиаЛит», позволяет успешно выпускать и поставлять следующие виды продукции:

- ▶ жаропрочный высокопрочный сплав ВНС32ви, находящий свое применение в изготовлении узлов реактивного двигателя самолетов семейства СУ (основной заказчик – «Уфимское Моторостроительное Производственное Предприятие» ОАО «УМПО»);
- ▶ интерметаллид с памятью формы нитинол (55% Ni45% Ti), который применяется в различных отраслях промышленности.



# ПРОМЫШЛЕННОСТЬ РЕГИОНА НУЖНО ПОДДЕРЖИВАТЬ

## НЕ ТОЛЬКО СЛОВАМИ

**М**инистр промышленности и информационных технологий Тверской области Евгений Вожакин на ПАО «Электромеханика» – гость нередкий. Если он приезжает в Ржев, то почти обязательно посещает это предприятие. Да и визиты его в Ржев, второй по величине город региона, часто связаны именно с мероприятиями, которые проходят на этом заводе. Он был здесь на празднике по случаю 75-летия «Электромеханики» вместе с губернатором Тверской области, потом – на второй день научно-технической конференции в мае 2015-го участвовал в церемонии подписания протокола о намерениях сотрудничества по созданию индустриального парка. Тогда завод посетил не только глава региона, который подписывал этот трехсторонний документ, но и руководители департаментов Министерства промышленности и торговли Российской Федерации.

А на 19 февраля нынешнего года в Ржеве были запланированы и прошли прием министра и заседание совета руководителей промышленных предприятий в городской администрации. И как-то уже само собой подразумевалось, что по окончании совещания Евгений Вожакин поедет на ПАО «Электромеханика».

Накануне совещания Вожакин дал нам небольшое интервью. Сегодня, когда все острее начинает чувствоваться кризис, промышленным предприятиям хотелось бы рассчитывать на помощь и поддержку государства. Об этом мы и поговорили.

### «ГОСУДАРСТВО ГОТОВО ПОМОЧЬ ДЕНЬГАМИ, НО ТОЛЬКО В ОБМЕН НА КАЧЕСТВЕННЫЙ ПРОДУКТ»

– Евгений Евгеньевич, прежде чем стать чиновником, Вы работали заместителем директора на Тверском вагонзаводе. То есть знаете промышленность изнутри, и за время, проведенное в Правительстве, уже смогли оценить и другую сторону вопроса. Скажите, как обстоят дела с

промышленностью в регионе сегодня, каково положение?

– Стабильно тяжелое.

– В последние месяцы есть случаи, когда предприятия закрываются?

– Массового спада производства не допущено ни по стране, ни в регионе. Индекс промышленного производства в Тверской области € в целом соответствует среднему по стране и по ЦФО, а по некоторым отраслям (легкой, пищевой) зафиксирован рост. Если сравнивать с не-

которыми другими областями РФ, ситуация у нас лучше.

– И благодаря чему удается не уйти в разряд худших?

– Благодаря ряду мер, принимаемых на федеральном, региональном и, что самое отрадное, на местном уровне. Задачу можно решить при одном условии – командном подходе. Поэтому сложно работать в направлении привлечения инвестиций, решения конкретных проблем, которые встают перед предприятиями, очень важно.

С другой стороны, те самые санкции, больно ударившие по экономике РФ, дали импульс нашим отечественным производствам начать работать и тем самым потеснить зарубежных конкурентов. Это плюс. Причем, мы способны предложить более выгодную цену не только по сравнению с Европой, но и с Китаем, хотя последняя раньше была на грани демпинга.

И еще. На федеральном уровне и раньше были проекты, направленные на поддержку реального сектора экономики, но сейчас они обрели более четкие очертания и понятный механизм – сама жизнь заставляет идти по такому пути в ситуации, когда бюджет из-за низких цен на нефть проседает. Отсюда – обилие программ по линии Минпромторга РФ, в рамках которого создан Фонд развития промышленности, в нем заложены большие средства, и задача бизнес-сообщества сегодня – этими средствами суметь воспользоваться.

– Я думаю, что на местах механизмы привлечения средств из таких программ представляют с трудом, и далеко не каждое предприятие возьмется попробовать...

– Как раз дать информацию о них и стало одной из целей поездок по районам Тверской области, где я встречаюсь с представителями местного бизнеса. В том числе и в Ржеве.

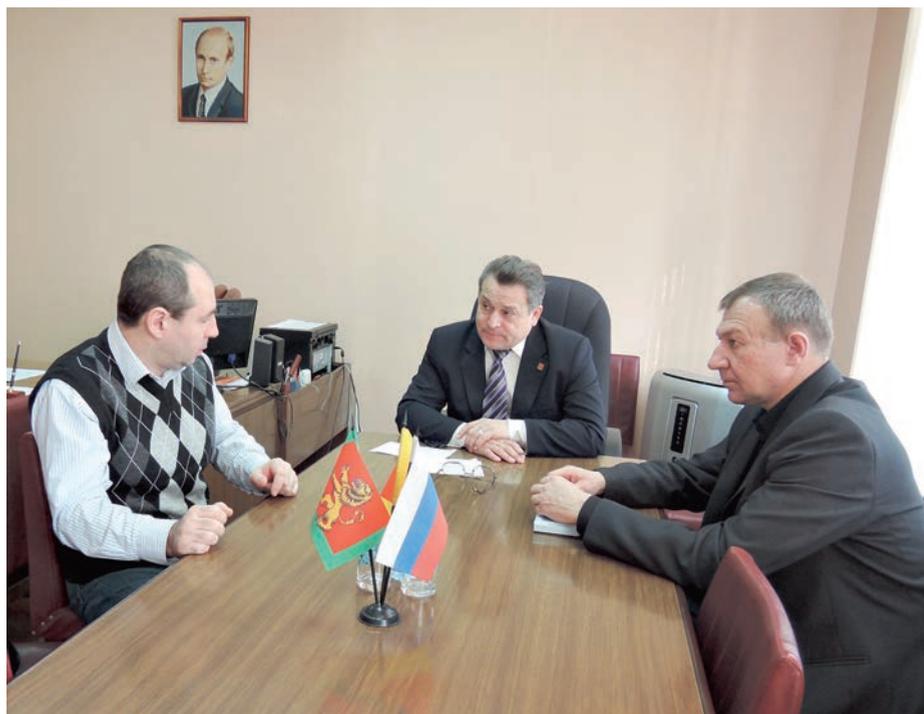
Согласен, в программы войти сложно. Разберется с ними только компетентный специалист, и далеко не каждое производство может содержать штат настолько грамотных юристов и экономистов, способных справиться с оформлением и подачей заявки на участие в программе. С другой стороны, определенный формализм со стороны государства – это

не способ оставить деньги в бюджете, чтобы они не попали на конкретные предприятия, это попытка оградить федеральные программы от недобросовестных заявителей, ведь наверняка найдутся нечистые на руку люди, желающие получить лакомый финансовый кусок.

Государство обязано поддерживать своих товаропроизводителей, и оно готово дать деньги, но не просто так, не «на лапти», а на инновационный продукт, конкурентоспособный и экспортноориентированный. Именно таким производствам – зеленый свет. Почему экспортноориентированный? Потому что нельзя, как в советские годы, замыкаться только внутри своей страны. Нужно работать и с зарубежными партнерами, нужно встраиваться в уже сложившуюся систему – но так, чтобы это не ослабляло, а усиливало российский бизнес. И поддержать его – задача государства.

– Конкретные примеры промышленных предприятий региона, которые уже интегрировались в эту систему, уже готовы или производят такую продукцию, назвать можете?

– Далеко ходить не надо – это ржевская «Электромеханика», которая давно производит продукцию на экспорт и в полном соответствии со стандартами качества и эффективности. Она идет впереди самых развитых стран в сложнейшей авиакосмической отрасли. Продукция Тверского вагонзавода ничуть не хуже знаменитой «ласточки», выпускаемой Siemens, а лучше – и по техническим характеристикам, и по дизайну. Но с этим продуктом он чуть опоздал, и пятилетние контракты с конкурентами перенасытили рынок... Государство, к сожалению, тоже опоздало – поддерживать своих товаропроизводителей на своем же рынке (не говоря уже о западном) надо было чуть раньше. В нашем регионе три предприятия выпускают тяжелые прицепы для большегрузов, лесовозы с манипуляторами производят в Нелидовском районе. В Вышнем Волочке с хлопчатобумажным комбинатом произошла история, которой сейчас занимаются правоохранители – выяснилось, что для нужд министерства обороны был заключен контракт, где поставщиком выступало китайское предприятие, которое производило продукцию



Личный прием министра Евгения Вожакина в администрации Ржевского района



Момент подписания протокола о намерениях сотрудничества по созданию промышленного парка

под брендом «Вышневолоцкого хлопчатобумажного комбината»! Естественно, по качеству оно намного хуже!

Это вовсе не значит, что теперь мы будем закупать исключительно российское. На федеральном уровне узаконено отнесение продукции к отечественной в случае, если производство локализовано в России, есть конструкторская документация, имеются сервисные центры, то есть правительство четко дает понять зарубежным поставщикам: участие в кон-

трактах и поставках по федеральным закупкам для вас возможно, но во-первых, не по всем направлениям (где-то приоритет отдается исключительно российскому), во-вторых, при соблюдении определенных требований и критериев.

Так, «Hitachi Тверь» хорошо себя позиционирует, с успехом выпускает продукцию, но в настоящее время вынуждено будет локализовать свое производство, чтобы иметь возможность относиться к отечественным товаропро-

изготовителям... И подобные проблемы будут у всех зарубежных филиалов. Повторю для лучшего понимания, задача – не выгнать из России иностранные производства, а сделать их – российскими. Это прогрессивный путь, это взаимовыгодно. Завешиваться занавесом – тупик, рынок и конкуренция должна быть, иначе – стагнация. Но при этом поддерживать отечественного производителя.

– В кризис 2008 года государство тоже делало шаги в направлении поддержки товаропроизводителей. Был заявлен целый комплекс мер, это и налогово-бюджетное стимулирование, и поддержка целых отраслей... Были ли сделаны какие-то выводы, чтобы нынче поддержать не банковский сектор, а именно тех, кто производит реальный продукт? Для большинства тех, кто мог бы это делать, кредиты, а значит, вложение средств в развитие, остаются недоступными...

– Деньги в программах на поддержку реального сектора есть, но проблема в том, что они не востребованы полностью. Проблема – в подготовке документации, повторяюсь. И в недостаточной информированности на местах. При грамотно составленном инвестпроекте можно получить финансовую поддержку государства по самым разным направлениям: и по получению процентных ставок по взятым кредитам на модернизацию производства, по пополнению оборотных средств. Фонд при Минпромторге РФ вообще готов финансово помогать по четырем направлениям, вплоть до субсидирования подготовки самого инвестпроекта. Мы, в частности Тверской регион, недостаточно пользуемся возможностями, предоставляемыми государством.

Доказательства? По четырем существующим программам в фонд развития промышленности Тверской области в 2014 году не было подано ни одной заявки. В 2015 году, после проведенном нашим министерством работы по информированию (а для этого мы организовали бизнес-миссию шести местных директоров в фонд, пригласили его сотрудников сюда, на заседание совета руководителей, губернатор подписал соглашение о сотрудничестве) заявок было уже девять.

К сожалению, заявки подают именно

те предприятия, которые способны «упаковать» инвестпроект, то есть грамотно оформить документы заявки. Таких должно быть больше. Минпром будет работать дальше в направлении информирования.

– К сожалению, одним из самых острых в промышленности остается кадровый вопрос. И если с выпускниками вузов дело обстоит еще более-менее, рабочие специальности не популярны среди молодежи. Завтра, когда сегоднешние профессионалы от станков уйдут на пенсию, работать станет некому...

– Кадровая проблема есть, да. Но ее нужно решать совместными усилиями. Создание специальностей в колледжах под потребности производств, помимо желания это сделать, требуют и преподавателей, и учебной базы.

Но должны заинтересоваться получением профессии и молодые люди – не палками же их загонять учиться на сварщика и токаря. Здесь задача не только государства, но и бизнеса. Предприятие должно показать выпускнику школы, насколько интересной для него может стать та или иная профессия, насколько она перспективна, какие там условия производства (это немаловажно) и достойна ли заработная плата. А когда человеку предлагают стать сварщиком за минимальную зарплату в неотопляемом цехе – какой нормальный туда пойдет?

Предприятия могут заключать прямую договоры с колледжами на подготовку тех или иных специалистов для работы на конкретных производствах на конкретном оборудовании, и поддерживать их материально в период обучения.

Хорошим примером стал опыт Hitachi Тверь – это был договор с колледжем им. Коняева на подготовку специалистов. Учебному заведению предоставили сварочные аппараты, задействованные на производстве, написали требования по обучению, дали возможность проходить практику на заводе и проверили экзаменационно выпускников. Все были трудоустроены!

– Не могу не добавить, что «Электромеханика» идет по этому пути уже много лет. Постоянное сотрудничество с Тверским Государственным Техническим Университетом, в том числе – поддержка его Ржевского филиала; работа

с профтехучилищами (а ныне колледжами), экскурсии для выпускников и для школьников среднего звена в заводские цеха – это ли не профориентационная работа? Кроме того, в планах у руководства – создать центр для обучения технически одаренной молодежи. А что делается в Правительстве?

– Минпром, в свою очередь, обязан собирать информацию по региону о потребности в специалистах. Эта сводка подается в минэкономразвития, и оно уже передает консолидировано ее в минобнауки. На основании этого министерство образования обязано обучить именно столько специалистов, сколько было указано в потребности. По всем секторам экономики. На портале минобразования есть сайт, где в режиме реального времени отражается потребность в специалистах. И это тоже помогает полноте картины.

Делается многое. Согласен, что и этого недостаточно. Но могу заверить: министерство промышленности Тверской области готово и будет помогать производителям, как на уровне региона, так и путем поддержки и продвижения местных инициатив на федеральном уровне. От бизнеса, в свою очередь, мы ждем грамотной постановки задач.

– Чего Вы ждете от предстоящей встречи с руководителями промышленных предприятий Ржева?

– Технически грамотных предложений по решению задач, которые стоят перед промышленностью, с тем, чтобы можно было эти задачи решать совместными усилиями региональной власти и руководителей производств...

И задачи не замедлили прозвучать.

## ОБЩИЕ ЦЕЛИ, СОВМЕСТНЫЕ РЕШЕНИЯ

Открывая заседание, министр промышленности повторил уже сказанную в интервью мысль о том, что программы, способные поддержать промышленные производства, есть если не на региональном, то на федеральном уровне чуть ли не в изобилии, и задача на местах – ими воспользоваться. Все ресурсы и возможности для этого есть, и поддержку регионального правительства министр тоже обещал.



На совете руководителей промышленных предприятий Ржева

И сказал несколько слов о важности работы на местах, в муниципалитетах, советов руководителей. Причем такие советы, сказал он, должны быть не «при главе», а в городе (районе), и привел в пример город Бежецк Тверской области, где подобная организация уже действует на юридической основе как некоммерческое партнерство «Союз руководителей».

В Ржеве опыт консолидации власти и бизнеса в виде Совета директоров, где сопредседателями являются глава муниципалитета и представитель промышленников, руководитель сильнейшего в городе предприятия, отработан многолетней практикой. Совет директоров в Ржеве функционирует уже больше двадцати лет, и сегодня как раз проходит процедуру регистрации как юридического лица. Много лет его возглавляет генеральный директор «Электромеханики» Виктор Константинов – он и взял слово.

– Наше предприятие стабильно развивается, – сказал Константинов. – К 2014 году показатель увеличения производства составил 13,8 процента, а в году нынешнем этот рост составит не меньше 18-ти... Но беспокоит меня другое. А

именно – отсутствие территориальной идеи. И отсутствие перспективы в решении задач, которые гораздо шире, чем ответственность работодателя перед своими сотрудниками – они напрямую связаны с деятельностью всех систем власти на местах. Ряд вопросов не может быть решен ниже, чем на уровне губернатора – как бы мы на местах ни силились их решить. Вы призываете развивать инвестиционные площадки – но как, если потенциальный инвестор сразу столкнется с высокими по сравнению с другими регионами ценами на энергетические ресурсы и недостаточностью трудовых ресурсов? Региональная власть делает многое для промышленности, я не могу это не отметить. Но вместе с тем нельзя не видеть, как нужна сегодня государственная линия, к которой пристыкуются и получают импульс в развитии производства, каждый в своей нише. Примеры? Строительным организациям сейчас непросто, а они имеют и желание, и ресурс работать с полной загрузкой – вместо этого простаивают между единичными заказами. В свете задачи продовольственной независимости ло-

гичным видится расширение сельхозпроизводств, и здесь опять-таки надо задействовать представителей серьезной промышленности. В свою очередь, производителям нужны нормальные «длинные» кредитные линии.

Виктор Вениаминович говорил о невостребованности отечественных производств – и приводил конкретные примеры, об импортозамещении – и демонстрировал, какие условия мешают нашим предприятиям снижать себестоимость продукции, об ожидаемой господдержке – и том, какие препоны способны свести на нет все усилия по ее оказанию.

– Надо менять политическую обстановку вокруг производителя, – резюмировал он. И предложил подумать о создании особой экономической зоны в регионе и конкретно в Ржеве, городе машиностроителей – с тем, чтобы размещать здесь производства было действительно привлекательно из-за предоставления налоговых льгот.

Глава администрации Ржева Александр Ейст, по роду деятельности долгое время плотно занимавшийся электроэнергетикой, подтвердил: для тверских

производителей тарифы на энергоресурсы выросли гораздо сильнее, чем для их коллег из других регионов. И это не могло не сказаться на состоянии промышленности. Поэтому надо воспользоваться законодательной возможностью дифференциации тарифов и облегчить положение промышленности. Евгений Вожакин предложил обсудить эту мысль на региональном совете руководителей промышленных производств. Идея создания особой экономической зоны была одобрена, вспомнили, что рывок в развитии китайская промышленность получила лишь после того, как технологии были опробованы в четырех специально созданных подобных зонах.

Директор КСК «Ржевский» – предприятия, производящего строительные материалы, Виталий Фаер, конкретными примерами из деятельности своего завода рассказал о сложностях, которые решаются только при участии власти, и более того – возникли во многом из-за несбалансированного подхода управленцев, а страдают от этого – внизу. Он рассказал о системе «Платон», внедренной сверху – все помнят с каким резонансом это происходило.

– Мы работаем в ней с ноября прошлого года. До нас донесли необходимость внедрения, но до сих пор не спустили алгоритм отчетности. Ни нам, ни тем, кто от нас должен ее принимать – налоговым органам. Датчики системы «Платон», установленные на машины, отображали реальное передвижение транспортных единиц предприятия только первую неделю, потом это просто перестало функционировать... У нас ежедневно колесят по регионам полтора-два десятка машин, и сложнее стало не только предприятиям, но и частным перевозчикам. Железнодорожные перевозки вообще не отвечают никаким требованиям ни по срокам, ни по логистике. Какой поставщик согласится ждать вагон керамзита два месяца – а быстрее я не смогу его доставить. Только по этой причине КСК потерял заказчиков в Ленинградской, Вологодской, Архангельской, Мурманской и других областях, в Карелии – там аналогичных производств нет, а мы рады, но не можем помочь.

Фаер, говоря о государственной политике с позиции товаропроизводителя,

рассказал о проверках и суммах штрафов и пени, несопоставимых с мизерными нарушениями. Об отсутствии содействия со стороны службы судебных приставов регионов, где судом доказанные нарушители не возмещают причиненный предприятию ущерб – а ведь приставы существуют на налоговые отчисления! А потом с позиции обывателя подытожил: с 1984 года цены на продукты (и на продукцию предприятия) выросли в десятки раз, а на энергоносители – в сотни. Откуда производителям получать выгоду и развиваться?

Директор ржевского ОАО «Молоко» Александр Некрасов добавил свою лепту, сказав о системе госзакупок, где по-прежнему основным критерием получения заказа является ценовой фактор: выигрывает конкурс не тот, у кого сильнее производственный ресурс или выше качество продукции, а тот, кто предложил нижайшую цену – таким образом соцреждения обеспечивают, скажем, сливочным маслом по цене двух литров молока (какое качество можно ожидать от такого продукта?) – а поставщики хорошего продукта такой цены не выдерживают и снимаются с участия в конкурсе.

Разговор длился два часа и обозначил большое количество задач. По Евгению Вожакину было видно: он не вполне ожидал такого серьезного разговора. И министр признал это вслух. Действительно, региональной власти есть о чем подумать и есть что донести до вышестоящих коллег.

В свою очередь, промышленникам следует озаботиться вопросами получения государственной поддержки. Реально ли это? Экономические условия диктуют необходимость развивать отечественные производства. Задача развивать промышленность сформулирована на уровне Президента.



Представители федерального и регионального министерств на ПАО «Электромеханика»

Санкции, которые ударили по российской экономике, и снижение нефтяных доходов – шанс стимулировать российскую промышленность. Быть может, это единственный шанс повернуть ситуацию. В прошлом году объем привлеченных средств по линии регионального минпрома составил 53,7 млн. рублей, и это, по словам регионального министра Вожакина, мизер. Если государство на самом деле готово платить и за подготовку инвестпроектов, и за прицел на производство того самого экспортно ориентированного конкурентного продукта – предприятиям надо пытаться воспользоваться такой поддержкой. Если тверская промышленность, да и в целом российская, готова производить продукт, который лучше импортного – это и хлопчатобумажные ткани из Вышнего Волочка, и ингредиенты для упаковки колбас на Осташковском кожевенном заводе, и вагоны ТВЗ, и оборудование для авиакосмической промышленности «Электромеханики» – государство должно реально, не словами, а делом, ее поддержать. Пока промышленность жива, шанс не упустить время еще есть. И совместными усилиями можно сделать ее жизнь еще лучше.

# ПОЧЕТНЫЙ РАБОТНИК ПРОМЫШЛЕННОСТИ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

Распоряжением губернатора Тверской области от 26. 11. 2015 г. №1087 работнику механического производства Анатолию Александровичу Седову за многолетний добросовестный труд и значительный вклад в развитие региона присвоено звание «Почетный работник промышленности Тверской области».



**А**натолий Александрович пришел на наше предприятие в 1962 году, сразу после окончания профессионально-технического училища. Сегодня он один из самых высококвалифицированных специалистов ПАО «Электромеханика», имеет высший 6-й квалификационный разряд. Добросовестный и ответственный работник, Седов вносит большой вклад в изготовление специализированного технологического оборудования для авиационной, космической и других отраслей промышленности. Выполняет ответственные, требующие высокой квалификации работы. Свой богатый производственный опыт передает молодым рабочим. Многие из его учеников сами стали классными специалистами. За высокие достижения в производственной деятельности, большой вклад в создание новой техники Анатолий Александрович был награжден знаком «Победитель социалистического соревнования 1975 года». В 1969 и в 1978 годах ему присваивалось звание «Лучший по профессии», в 1988 году – звание «Ветеран труда предприятия». В этом же 1988 году Анатолий Александрович был награжден Почетным дипломом главной выставки страны ВДНХ и натуральной пре-



мией - автомобилем. Седов неоднократно награждался Почетными грамотами, а его портрет заносился на Доску Почета. А в декабре минувшего года Анатолий Александрович в Твери получил из рук губернатора А. В. Шевелева свидетельство о присвоении ему звания «Почетный работ-

ник промышленности Тверской области». Андрей Владимирович тепло поздравил награжденного и пожелал ему дальнейших успехов в работе. Самые искренние поздравления и пожелания выражают ему руководство, профком и коллектив ПАО «Электромеханика».

# ОНИ ВОЕВАЛИ НА РЖЕВСКОЙ ЗЕМЛЕ



**3 марта 1943 года Совинформбюро сообщило, что после длительного и ожесточенного боя советские войска овладели Ржевом. Так закончились бои, которые в течение долгих месяцев вели советские воины у стен нашего города, прикрывая путь к столице.**

**Операция, в ходе которой был освобожден Ржев, шла со 2 по 31 марта 1943 года войсками Калининского и Западного фронтов, и целью операции было уничтожение противника на Ржевско-Вяземском плацдарме. Потери советских войск в этой поистине кровавой операции оставили 138,5 тысяч человек.**

самом Ржеве из 5434 жилых домов осталось 297. На 8 марта 1943 года в городе насчитывалось 362 жителя. В сущности, города как такового просто не было. Но на стене одного из уцелевших домов кто-то написал тогда: «Мы возродим тебя, родной Ржев!»...И нынешний возрожденный Ржев, наверное, справедливо можно назвать лучшим увековечиванием памяти тех, кто погиб в сражениях за него.

Гитлеровцы видели в Ржеве важный плацдарм для осуществления дальнейших планов взятия Москвы, а потому сосредоточили здесь крупные силы, превратили город в мощный узел сопротивления.

В ходе боев под Ржевом нашим войскам удалось сорвать замыслы врага, а впоследствии заставить немецко-фашистское командование держать здесь значительные силы, не давая возможности перебросить их на другие участники фронта, в первую очередь под Сталинград.

В боях под Ржевом отличились тысячи солдат и офицеров самых разных национальностей. Большой вклад в общенародное дело разгрома ненавистного врага внесли ржевляне. 24 тысячи ржевляне

**В** Ржевском музее Великой Отечественной войны хранится номер ежедневной красноармейской газеты «На врага», выходявшей под девизом «Смерть немецким оккупантам!». Под заголовком «Ржев взят! Смелее вперед!» в газете опубликовано сообщение Советского Информбюро: «Сегодня, 3 марта, после длительного и ожесточенного боя наши войска овладели Ржевом!.. Первыми ворвались в город части генерал-майора тов. Куприянова, генерал-майора тов. Олешева и полковника тов. Шульга». А на рассвете этого дня разведчики 30-й

армии освободили из заминированной фашистами Покровской церкви более 200 стариков, женщин и детей города Ржева. Освобождению Ржева предшествовало 14 месяцев непрерывных боев. Общие потери советских войск в районе Ржевско-Вяземского плацдарма, по данным, учитывающим документы, с которых только в последние годы снят гриф секретности, – 2 миллиона 60 тысяч человек. Ржевская земля была буквально выжжена артиллерийским огнем, изранена снарядами, раздавлена танками. На территории района был разрушен 341 населенный пункт. В

сражались в рядах Красной Армии, свыше 400 человек боролись с врагом в партизанских отрядах. В оккупированном городе действовала подпольная организация, которую возглавлял бывший осмотрщик вагонов Алексей Телешев – его имя сегодня носит одна из городских улиц.

У стен родного Ржева сражаюсь и бывшие работники нашего предприятия К.И. Арабчиков, А.Н. Ладыгин, Е.Н. Мамыкин, К.Н. Жидов, В.В. Образцов, И.Н. Петров, А.П. Лапшин, М.П. Смирнов, П.П. Тиунов, А.В. Шамин, А. Ф. Колябина, И. А. Селезнев, Н.Н. Смирнов, Я.П. Балаба, И. И. Баскаков, П.Е. Чернышев.

Разведчицей в партизанском отряде была Н. К. Шевелева. До призыва на военную службу и ухода на фронт строил оборонительные сооружения под Ржевом А. В. Козлов.

К. И. Арабчиков свой первый бой принял у Горбатого моста, что и поныне находится на старой дороге Ржев – Итомя. Потом были бои у деревни Радюкино,

штурм высоты под деревней Знаменское, бой в городском лесу. Во время атаки у Калининских домов был тяжело ранен – разрывная пуля угодила в локтевой сустав. Длительное лечение в госпиталях в Москве и Уфе, а потом – инвалидность. Но Константин Иванович все-таки ушел на фронт. Добровольцем. Воевал на смоленской земле, в Белоруссии, Польше, форсировал Одер, с боями дошел до Берлина. Осенью 1945 года демобилизовался, вернулся в Ржев. Освоил многие строительные профессии, восстанавливал родной город. Без малого тридцать лет отработал в строительной организации «Электромеханики». В 1993 году, в канун 50-летия освобождения города Ржева, К. И. Арабчикову было присвоено звание Почетного гражданина города Ржева.

Евгений Никифорович Мамыкин воевал под Ржевом в составе 873 истребительно-противотанкового артиллерийского полка сначала 29-й, а потом 31-й армии, был командиром 76-миллиметро-

вого орудия. Он один из тех, кто прошел всю войну от первого дня до последнего. После освобождения Ржева воевал под Смоленском, на белорусской земле участвовал в наступательной операции «Багратион», освобождал Минск, Варшаву, принимал участие во взятии Берлина, а на немецкой реке Эльбе – встречался с американскими воинами. После войны много лет работал на «Электромеханике», проводил большую работу по военно-патриотическому воспитанию молодежи, являлся начальником поста №1 в городе Ржеве.

Павел Потапович Тиунов воевал механиком-водителем в танковой части в составе действующей 30 армии, участвовал в боевых операциях по эвакуации с передовой подбитых советских танков и в ремонтной мастерской эти танки восстанавливал.

Александр Владимирович Шамин, тоже танкист, принимал участие в боях за освобождение города Москвы, а затем Ржевского района, города Зубцова.



Участники боев на Ржевской земле. Слева направо: стоят – В.А. Шамин, М.П. Смирнов, П.П. Тиунов, К.И. Арабчиков. Сидят – А.Н. Ладыгин, Е. Н. Мамыкин, Н.К. Шевелева, К.Н. Жидов

# ЕСТЬ СОВЕТ У МОЛОДЫХ!

«Молодежь не идет работать на производство». «Нынешние молодые вообще не умеют работать, им бы только развлекаться, ответственности никакой!» – эти и другие высказывания стали довольно расхожими, и отчасти они соответствуют действительности. Большая часть промышленных предприятий страны испытывает определенный кадровый голод или даже настоящий дефицит молодых специалистов, особенно, если речь идет о квалифицированных рабочих кадрах. Да и молодые люди, подходя к получению аттестата в школе, не всегда задумываются о том, какую профессию будут получать, и уж тем более – где будут работать по окончании высшего или среднеспециального учебного заведения. Почему так происходит – тема для отдельного разговора. Виной здесь и социально-экономическая ситуация в стране, и общее падение уровня образования, и развал сферы профессионально-технического обучения, и падение престижа всех рабочих специальностей.

Между тем, во многом виной тому, что молодые идут на промышленные предприятия, лишь только если не смогли устроиться «в офисе» – обычный недостаток информации о том, как сегодня выглядит современное производство, какие перспективы открыты перед молодыми специалистами, что предлагают предприятия для трудоустройства и тому подобное.



Публичное акционерное общество «Электромеханика», которое сегодня поставляет на рынок современное высокотехнологичное оборудование для авиационной и других отраслей промышленности, давно реализует продуманную кадровую политику в отношении молодежи. И это не может не приносить результата.

Современный статус предприятия напрямую завязан на творческом поиске молодежи разных лет. Нестандартному

творческому подходу, усовершенствованию производства, инициативам предприятия обязано именно своим молодым сотрудникам.

Сегодня на ПАО «Электромеханика» трудится более 700 человек, из которых 18% – молодые специалисты в возрасте до 30 лет. Естественно, их подходы к работе, запросы и ожидания, да и просто образ мысли – иной, чем у более старших специалистов. Иные и потребности, в том числе и в общении между собой и с кол-





легами и руководством. Поэтому в 2009 году на «Электромеханике» был создан «Совет молодых работников», основной целью которого стало создание системы по решению вопросов организации труда и быта, просвещению, социальной защите, охраны здоровья, организации свободного времени молодежи и оказания помощи в воспитании детей работников предприятия. «Совет» обсуждает все насущные вопросы.

Кроме того, молодежь всегда активна – и в рабочее, и в свободное время. Поэтому «Совет молодых работников» «Электромеханики» ежегодно организует участие молодежи завода в городских летних и зимних спортивных мероприятиях. Помимо этого, предприятие организует для рабочей молодежи города турниры по различным видам спорта – настольному теннису, футболу, волейболу (как внутри предприятия, так и на общегородском уровне). ПАО «Электромеханика» арендует спортивный зал для регулярных тренировок футболистов и волейболистов из числа работников завода. Это, несомненно, воспитывает у мо-

лодежи стремления к здоровому образу жизни, помогает коллективизму и даже патриотизму.

Молодые специалисты «Электромеханика» участвуют в различных конкурсах профессионального мастерства, где не раз становились победителями и получали почетные призовые места.

Ежегодно молодежь предприятия привлекается к организации и участию в празднованиях памятных дат для страны и в частности для города, таких как 9 Мая – День победы в Великой Отечественной Войне, 3 марта – День освобождения города Ржева от фашистских захватчиков. Делегация от предприятия участвует в митингах, церемониях возложения венков к мемориалам, в перезахоронения останков воинов, павших на Тверской земле во время войны и поднятых поисковыми отрядами с полей сражений...

22 июня – в День памяти и скорби, в день начала Великой Отечественной войны – молодежь предприятия принимает участие в акции «Свеча памяти». Акция заключается в том, что ровно в 4 часа утра школьники, студенты и работающая моло-

дежь собирается на волжском берегу, чтобы спустить на воду венки с зажженными свечами в память о героически погибших во время Великой Отечественной войны.

Молодежь предприятия вместе со старшими товарищами участвует не только во внутривозовских субботниках, но и в общегородских мероприятиях по благоустройству и уборке улиц города. Для обустройства парков, дворов, улиц Ржева ПАО «Электромеханика» на безвозмездной основе производит и устанавливает игровые детские площадки, скамейки, подсыпает дороги, вырубает деревья и кустарники, заросшие на территории города.

Патриотизм должен проявляться в действиях и поступках, в уважении и помощи живущим рядом людям, в большей степени – подрастающему поколению. «Электромеханика» непрерывно оказывает помощь детским садам, школам, детским домам г. Ржева, Ржевского, Зубцовского и Селижаровского районов.

Для патриотического воспитания современной молодежи необходима связь с пожилым поколением – для этого завод организует встречи ветеранов со школь-



никами школ заводского микрорайона. При участии ветеранов войны и тыла и школьников создается преемственность поколений, которая позволяет учащимся через военные рассказы прикоснуться к живой истории и задуматься о значении патриотизма сегодня.

Предприятие поддерживает постоянный прямой контакт со школами. Для учащихся проводятся дни открытых дверей, в рамках которых они получают возможность ознакомиться с работой производства, побывать в цехах на экскурсии и задать интересующие вопросы.

Также ПАО «Электромеханика» работает с Ржевским филиалом Тверского Государственного Технического Университета. Учрежденная предприятием молодежная стипендия имени М. П. Кулешова (бывшего генерального директора завода) выплачивается ежегодно и позволяет отметить лучших студентов.

ПАО «Электромеханика» участвует в программе целевой контрактной подготовки работников для предприятий оборонно-промышленного комплекса, в рамках которой выпускники школ имеют возможность поступать и обучаться по очной форме в престижных средних и высших профессиональных учебных заведениях Москвы, Санкт-Петербурга и других городов, заключив договор с предприятием.

С местными профессиональными училищами и техникумами у ПАО «Электромеханика» давно налажен тесный контакт, выгодный обеим сторонам. Завод помогает учебным заведениям с проведением практических занятий на своей территории, учащиеся при этом имеют возможность проходить производственную практику, в том числе и на оплачиваемой основе. В дальнейшем лучшим из них будет предложено трудоустройство.

ПАО «Электромеханика» не забывает и о повышении квалификации своих сотрудников. Многие из них продолжают обучение бесплатно и без отрыва от производства. Обучение работающих специалистов происходит и непосредственно на заводе. Кадровой службой предприятия разработано «Положение об учениках и наставниках», согласно которому опытный мастер берет шефство над учениками, передавая им свои знания в процессе работы. Молодые специали-

сты в процессе такого обучения получают заработную плату и имеют возможность приобщиться к новой профессии или повышать разряды. А их наставник ко всему прочему может получить и премию за успешно сданный подопечными экзамен.

На ПАО «Электромеханика» молодые специалисты имеют возможность получить материальную поддержку в рамках социального пакета – при вступлении в брак, рождении детей, компенсацию при посещении детьми детского сада, компенсацию процентов по ипотечным кредитам.

А недавно у руководства родилась еще одна идея: в рамках Дней открытых дверей проводить городские олимпиады по физике и математике, в которых смогут участвовать школьники, хорошо успевающие по этим предметам. Причем завод намерен за победу на олимпиаде не просто поощрять лучших материально, а учредить в качестве приза долгосрочный договор на компенсацию расходов, связанных с приобретением в ипотеку жилья для будущих молодых специалистов. Это идея с прицелом на будущее: сегодняшний школьник постарается не только выбрать техническую специальность, но и вернуться работать в родной город, на знакомое уже предприятие, причем, с пер-

спективой получения своего собственного жилья. Ведь не секрет, что жилищный вопрос является одним из самых насущных для большинства молодых специалистов, и такая мотивация может сработать! Молодежь на предприятие придет, если оно будет в этом действительно заинтересовано и сумеет это показать, сумеет не только привлечь молодых талантливых специалистов, но и сделать так, чтобы они здесь росли профессионально и кадрово на благо и себе, и предприятию. На «Электромеханике» это хорошо понимают и исходя из этого – действуют.



# 55 ЛЕТ СОТРУДНИЧЕСТВА



Сотрудничество между Дворцом культуры и ПАО «Электромеханика» началось 55 лет назад. Все просто – именно это предприятие стало инициатором постройки ведомственного клуба. Идея строительства Дворца принадлежит Игорю Александровичу Верещагину, который с мая 1956 по март 1973 года был директором завода. Игорь Александрович понимал и на практике отстаивал свою точку зрения о том, что необходимо повышать культурный уровень заводчан. Он считал, что людей должна окружать красота – в микрорайоне предприятия были высажены деревья и кусты, разбиты газоны и клумбы, появились асфальтированные дороги. Лучший в городе Дворец культуры со зрительным залом на 450 мест стал гордостью сотрудников «Электромеханики». Говорят, по замыслу Верещагина, здание ДК должно было иметь еще один этаж, и по фронтому его хотели украшать скульптурами муз, покровительствующих видам искусств.

Шли годы. Дворец культуры перестал принадлежать заводу, но дружественные связи не ослабели. К 55-летию учреждения культуры ПАО «Электромеханика» профинансировало выпуск издания

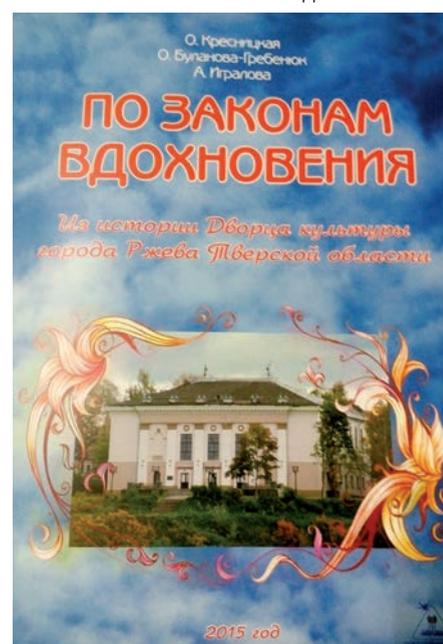
«По законам вдохновения», рассказы-вающего о длительном и продуктивном творческом пути ДК, лицах и событиях. Красочное издание тиражом 500 экземпляров было передано директору Дворца Ольге Анатольевне Кресницкой, и затем его получили руководители студий, кружковцы и все интересующиеся славной историей учреждения культуры. Это было в ноябре 2015 года.

В книге есть информация о многих заводчанах, которые в течение этого долгого срока занимались в различных коллективах ДК. Среди них был и Виктор Константинов – он еще тогда отличался ораторскими способностями и умением убедительно говорить. Будучи молодым сотрудником цеха № 10, В. В. Константинов принимал активное участие в работе кружка выразительного чтения, занимался конференсом. Виктор Вениаминович часто вел концерты цеховой самодеятельности и праздничные мероприятия, читал патриотические стихи о том, что было близко по духу – об истине, совести, самоотверженном труде. И теперь, когда в ДК проходят вечера встречи бывших участников творческих коллективов, генеральный директор ПАО «Электромеханика» всегда оказывается на них

желанным гостем. В канун Нового года, к празднику 8 марта он навещал ДК с подарками.

Сегодня мы встречаемся с директором Дворца культуры Ольгой Кресницкой, чтобы поговорить о сотрудничестве между ДК и ПАО «Электромеханика».

– Мы находимся в постоянном контакте и взаимодействии, – рассказывает Ольга Анатольевна. – Завод живо откли-





кается на все наши просьбы и пожелания. Из крупных проектов назову благоустройство береговой линии, которое было начато в 2014 году и продолжается до сих пор. Высокий берег, на котором располагается Дворец, долгое время находился в довольно запущенном состоянии, территория заросла деревьями и кустарником. Сотрудники предприятия «Электромеханика» взялись за дело масштабно, выпилили и вырубил ненужные насаждения, расчистив панораму. Открылся потрясающий вид на Волгу с берега, а красивое здание ДК, ранее закрытое старыми тополями и кустарником, теперь стало просматриваться из самых дальних уголков города, даже ночью.

– Дворец Культуры прекрасно освещен, в этом тоже заслуга предприятия?

– Да, «Электромеханика» установила светильники на фасаде здания, что позволило сформировать прекрасное архитектурное дополнение: рельеф постройки подсвечивается и от этого здание выглядит более выигрышно. В 2015 году в светильники поставили энергосберегающих лампочек, а в 2016-м цветные светодиоды. Так что в темное время суток на Дворце культуры смотреть тоже приятно.

Перед юбилеем «Электромеханика» помогла обновить напольное покрытие главной сцены Дворца культуры. Завод оплатил приобретение необходимых стройматериалов и выделил рабочих для ремонта, и теперь на сцене без опасения могут отплясывать даже самые многочисленные танцевальные коллективы.

Зимой грейдер предприятия, очищая снег на внутривозвратной и прилегающей территории, заезжает и к ДК. Ведь сюда часто приезжают на автотранспорте – будь то родители воспитанников, преподаватели или целые творческие коллективы.

– Нынешний отопительный сезон в принципе стал для нас сложным, – продолжает Ольга Анатольевна. – Все дело в капитальном износе систем отопления. Приходят в негодность трубы, которые при установке были замурованы прямо в стены, поэтому их демонтаж довольно сложен. Предприятие выделило квалифицированных сварщиков, и те помогли справиться с этими трудностями.

Впрочем, взаимодействие между ДК и ПАО «Электромеханика» не ограничивается насущными хозяйственными вопросами.

– Во Дворце культуры проводятся все масштабные мероприятия для нужд

завода: памятные вечера для ветеранов предприятия, концертные программы ко дню пожилого человека и различным памятным датам также готовятся силами творческих коллективов ДК. В 2014 году для тех юных артистов Дворца культуры, которые были заняты в подготовке спектакля для детей предприятия ПАО «Электромеханика», завод организовал поощрительную поездку в Тверской Театр кукол, – вспоминает Ольга Кресницкая, и резюмирует, – Словом, если возникают проблемы, мы обращаемся к руководству ПАО «Электромеханика», и нам помогают. Взаимодействуем в основном с заместителями генерального директора А. В. Константиновым и Р. С. Крыловым, которые жив откликаются на все наши просьбы. Стараемся по пустякам не беспокоить, конечно. Но всегда приятно чувствовать себя нужными, ощущать заботу.



# СПОРТКЛУБ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАВОДА

**Н**а ПАО «Электромеханика» придерживаются концепции здорового образа жизни. И спорт на предприятии в чести.

В 2014 году Минтруда внес изменения в типовой перечень мероприятий по улучшению условий труда и охраны, в рамках которых предложил гарантировать своим работникам фитнес. Компаниям было предложено несколько вариантов: оплата занятий в спортклубе, организация условий за свой счет на территории предприятия или же финансовая компенсация. То есть, сотрудники вправе потребовать от своего руководства спортивной нагрузки, а сумма затрат на фитнес штата определяется затратами на производство. По действующему законодательству, не менее 0,2% денег, потраченных на организацию труда, должно идти на улучшение их условий, в том числе и на спортивные мероприятия.

Завод «Электромеханика» в этом вопросе – в числе лидеров не только в рамках города, но и области. Предприятие регулярно проводит соревнования по настольному теннису, футболу и волейболу, принимает участие в городских спартакиадах работающей молодежи. В перерыв в теннис можно поиграть не выходя из цеха. И вот еще один факт – на территории предприятия функционирует собственный тренажерный зал, в котором можно заниматься пауэрлифтингом на абсолютно безвозмездной основе.

– Идея открыть тренажерный зал для нужд работников предприятия возникла в 2014 году по инициативе начальника транспортного цеха Владимира Привалова, – рассказывает заместитель генерального директора предприятия



Роман Крылов. – Мы решили использовать пустовавшее помещение над гаражом. У нас уже есть практика брать заведомо неликвидные участки и помещения и облагораживать именно их. Это помещение, бывший «красный уголок» транспортного цеха, пустовало в течение 18 лет. Мы убрали мусор, провели там необходимый ремонт, оборудовали комнату для переодевания и стали комплектовать зал тренажерами.

Посещать зал на территории предприятия очень удобно. Посудите сами: не нужно совершать утомительного путешествия домой и обратно и бороться с ленью. Все рядом, все под рукой! Плюс зал достаточно просторный, и в нем нет такой наполняемости, как в спортклубах города, когда в ожидании своей очереди на тот или иной тренажер можно порядком соскучиться. Режим работы – после 16 часов. Нужно





всего лишь прийти к начальнику смены охраны и взять ключ, сделав отметку в журнале.

– Сначала мы поставили там самое элементарное, базовое оборудование, а потом по инициативе работников предприятия стали докупать – или же спортсмены делали тренажеры сами, благо возможности завода позволяют, – продолжает Роман Сергеевич.

С точки зрения спортсмена в зале есть все, что нужно для занятий. Кто-то может разогреться прыжками на скакалке – это упражнение отлично разгоняет сердце, способствует тренировке ног и похудению. Но если вам следует поберечь спину от толчковой нагрузки – используйте тренажер-эллипсоид.

Далее переходим к тренажерам на различные группы мышц. В зале имеются все необходимые приспособления для занятий спортом – скамьи и стойки для работы с гантелями и штангами, как фабричного, так и местного изготовления. Как тут не вспомнить старое доброе время и «подвальные» качалки, где занимались простые рабочие парни из городских кварталов! Такие же добротно, для себя, скамьи по чертежам

были выполнены и для заводского зала. Качеством ничуть не хуже тех, что продаются в магазинах, а по надежности – в разы выше!

– Также силами предприятия мы изготовили и гантели. В принципе, ничего сложного в этом нет – зато спортсмены могут пользоваться широким диапазоном весов.

Есть тут легкие гантели, с которыми могут заниматься представительницы прекрасного пола, и тяжелые, которые нужны для упражнений мужчинам. При желании можно подобрать оптимальную нагрузку для себя. Ходят в зал заниматься и для красоты, подготовки тела к пляжному сезону, в лечебно-профилактических целях. Именно занятия с «железом» помогают сформировать желаемое качество тела. В чем секрет? В прогрессии нагрузок. Если вы чувствуете, что уже приновились к данному весу, количеству подходов и повторений – увеличивайте показатели. Это укрепит мускулатуру и позволит добиться желаемого рельефа. К сожалению, занятия аэробикой, хоть и помогают укрепить сердце, фигуру так не моделируют.

Зал оборудован зеркалами, произ-

водство которых связано с разработками ПАО «Электромеханика» – ведь именно различные технологии напыления являются одним из «коньков» здешнего производства. Наблюдение за выполнением упражнений при помощи зеркал помогает вырабатывать правильную технику и достигать высокой эффективности в формировании рельефа и наращивании мышечной массы.

– Сейчас планируем оборудовать в спортзале душевые, – делится планами Крылов.

Фитнес напрямую влияет на работоспособность, увеличивает ее. При физических нагрузках выделяется гормон радости. Кроме того, это еще и выносливость, и крепкие мышцы, и правильная осанка. В общем, все то, что сейчас необходимо современному члену общества, чтобы справляться со стрессом и ритмом жизни. И, конечно, фитнес — это здоровье. Чем меньше человек болеет, тем лучше для него – и для работодателя тоже! Сейчас спортзал на предприятии стремятся посещать все больше и больше желающих. Это значит – спорт помогает становиться здоровыми и становится средством мотивации.

# УМЕЮТ РАБОТАТЬ И ОТДЫХАТЬ

26 февраля на «Электромеханике» прошел традиционный турнир по настольному теннису. Эти соревнования собрали сильнейших заводских спортсменов, которые определились в результате отборочных состязаний, проводившихся с 18 февраля.

**В** финале турнира, который прошел в выставочном центре предприятия, участвовали шесть мужчин и четыре женщины.

Победителями среди представителей сильного пола стали: токарь Юрий Образцов (лидер соревнований),вальцовщик сварочно-сборочного производства Сергей Мотов – у него второе место. Третьим стал токарь-карусельщик механического производства Владимир Жила. У девушек места распределились так: комплектовщик Анна Пояркова стала лучшей, чуть ниже результат у инженера-конструктора Татьяны Голодовой (она стала второй) и менеджера Натальи Гайдукевич (третье место). Победители получили грамоты, медали и ценные призы от администрации завода.



# ПРАЗДНИЧНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ДЛЯ ОТДЫХА ДЕТЕЙ ЗАВОДЧАН



**Е**жегодно ПАО «Электромеханика» организует для отдыха детей своих работников различные праздничные мероприятия. Не стал исключением и этот, 2016 год. 2 января во Дворце культуры прошел новогодний праздник у елки. Сначала собравшихся детей (а их было не менее 200 человек) пригласили в зрительный зал, где маленькие зрители посмотрели новогоднюю сказку, поставленную творческими коллективами ДК Потом вместе с Дедом Морозом и Снегурочкой, сказочными героями в фойе водили хороводы у елки, играли. Затем все дети, участники новогоднего праздника, получили сладкое угощение.

6 и 7 января состоялись две поездки в Тверской цирк, где 100 детей работников «Электромеханики» познакомились с искусством Большого Московского цирка зверей династии Филатовых и Клыковых.

Коллектив «Цирк зверей им народного артиста СССР Валентина Филатова» назван в честь прославленного дрессировщика, основателя аттракциона «Медвежий цирк». Руководят коллективом внучка В. Н. Филатова Заслуженная артистка России Юлия Филатова, и Заслуженный артист России А. Клыков.

Династия Филатовых ведет свой отсчет с 1836 года. Именно в этот год было выдано разрешение губернатора Нижнего Новгорода на работу на рыночной площади Филату, поводырю с медведем, и его жене, служительнице у обезьян. Основателем династии - Иван Лазаревич

Филатов (1873-1956) - дрессировщик хищных животных, а также основатель системы зооцирков в СССР.

У Ивана Филатова и его жены Таисии Яковлевны (гротеск-наездницы) было 13 детей, двое из них продолжили цирковую династию - Мария Ивановна Филатова (в замужестве Корнилова) и Валентин Иванович Филатов (1920-1979). Мировую известность династии принес аттракцион «Медвежий цирк» созданный Валентином Филатовым в содружестве с режиссерами Георгием Венециановым и Изяславом Немчинским в 1949 году. Продолжателями традиций Валентина Филатова стали две его дочери - Людмила и Татьяна - и их мужья. В 1975 году была создана новая программа «Цирк зверей». Она включила в себя такие номера как «Экзотическая



группа животных» под руководством заслуженной артистки СССР Людмилы Филатовой, «Леопарды и лошади» под руководством ее мужа Валерия Филатова, «Индийский слон» под руководством народной артистки России Татьяны Филатовой, «Акробатический этюд с шимпанзе» под руководством заслуженного артиста России Александра Горина (муж Татьяны Филатовой) и великий аттракцион «Медвежий цирк» Валентина Филатова. В 1979 году в программу был включен новый номер «Иллюзия с дрессированными животными» под руководством Юлии Филатовой (внучка Валентина Филатова, дочь Людмилы и Валерия Филатовых). В 1994 году произошло разделение программы, и было создано два коллектива. В 1998 году был создан номер «Медведи - акробаты» под руководством Андрея Клыкова (муж Юлии Филатовой), который вошел в коллектив Людмилы и Валерия Филатовых. В 2001 году Юлией Филатовой и Андреем Клыковым был образован новый коллектив «Цирк зверей» имени народного артиста СССР В. И. Филатова, где были полностью переделаны и заново поставлены с новыми музыкальными и сценическими оформлениями, трюковыми композициями: «Экзотическая группа животных», «Медведи акробаты», «Леопарды».

Дети с большим интересом и восторгом смотрели на выступление леопардов, медведей-акробатов, дрессированных кошек (номер «Полонез»), группы экзотических животных (номер «Экзотика»), С немалым восхищением наблюдали



воздушный полет цирковых гимнастов, акробатов, акробатических жонглеров. Немало веселых минут доставил клоунский дуэт Михаил Клыков и Илья Манин.

Для поездки в Тверь был заказан комфортабельный автобус. Детей в поездках сопровождал медицинский работник.

В канун Нового года, 28 и 29 декабря по распоряжению руководства ПАО «Электромеханика» инспектор по социальным вопросам Г.Ф. Разумовская доставила новогодние сладкие подарки в детские учреждения: в Ржевский центр для в народе называемый «приют»), в детские дома Зубцова, Селижарова и Осташкова, а также в Победовскую сельскую школу. несовершеннолетних (в народе называемый «приют»), в детские дома Зубцова, Селижарова и Осташкова, а также в Победовскую сельскую школу.



# МАХИНАЦИИ С КОМАНДИРОВОЧНЫМИ МОГУТ ДОРОГО ОБОЙТИСЬ



## ИСК ОПЛАЧЕН ДЕНЬГАМИ И РЕПУТАЦИЕЙ

Легкий на подъем – так всегда говорили о Леониде Юрьевиче. Начальство и коллеги, не разделявшие его любви к командировкам, очень ценили это качество.

Небольшой саквояж у Ленчика всегда был наготове, и он соглашался отправиться на вокзал, даже не заходя домой. Согласитесь, такое встречается нечасто, и если вы еще специалист отличный и человек неконфликтный, то на работе вас готовы носить на руках. Однако Леонида Юрьевича «занесло» на скамью подсудимых, а этого приятного во всех отношениях человека признали мошенником. Почему? Давайте разбираться.

Я не буду называть ни завод, где он работал, ни его настоящее имя – он все же не совсем обычный преступник, к тому же отец семейства. А говорю об этом деле, потому что в подобном положении могут оказаться и другие вполне добропорядочные люди.

Леонид Юрьевич наладчик, причем очень хороший, что даже теперь подтверждает его бывшее начальство. И потому его отправляли обслуживать заводскую технику. Куда? А куда придется. Чаще недалеко, в Москву и Московскую область, в соседние регионы Центральной России. В один день с делами уложиться не всегда удавалось, и тогда надо было ночевать в гостинице. В бухгалтерии вместе с командировочным удостоверением ему выдавали деньги «под отчет».

Вы уже догадались, верно? Вот с этими самыми отчетами Леонид Юрьевич

и мухлевал. Как сказано в материалах дела, приобретал «заведомо фиктивные, то есть не соответствующие действительности документы, а именно: счета и кассовые чеки, содержащие реквизиты гостиниц и сведения о найме». У кого? А у «неустановленных лиц». Сам Леонид Юрьевич туманно ссылался на неких доброжелательных незнакомцев, подходивших к нему возле гостиниц или в холле возле ресепшена, предлагая свои специфические услуги. Смешно? Конечно. Но попробуйте доказать обратное, да и не в этом дело.

Электрички и междугородные автобусы у нас ходят неплохо, и он возвращался домой. Да, порой совсем поздно. И ранним утром добираться в Москву или Можайск тоже было нелегко. Зато для семьи оставались очень неплохие деньги. Когда 10-12 тысяч, а когда и 30-40, если командировка затягивалась.

Ничего дурного он в этом не видел. Ему эти деньги дали, чтобы с комфортом расположиться в гостинице, а он, усталый, вечером плелся на электричку. На своем здоровье сэкономил, чтобы домой принести лишнюю копейку! Так оправдывался он, но копейки уже как-то незаметно выстраивались в большие тысячи.

Обман выявила неожиданная про-

верка в бухгалтерии. Сначала опытный глаз зацепился за сомнительную печать, потом технико-криминалистическая экспертиза подтвердила фальсификацию. Тогда подняли документы с других командировок Леонида Юрьевича, и для него настали тяжелые времена.

Заволжский районный суд признал его виновным в мошенничестве, то есть хищении чужого имущества путем обмана (ч. 1 ст. 159 УК РФ). Как сказано в приговоре, в командировках он «не осуществлял расходование денежных средств, предназначенных для оплаты жилого помещения, приобретая у неустановленного следствием лица заведомо фиктивные, подложные, не соответствующие действительности документы о проживании в период командировки в гостинице». Ну а потом представлял в бухгалтерию при составлении липовых авансовых отчетов. Чем и совершал обман «уполномоченного должностного лица». Всего было доказано 12 эпизодов.

Суд был к Леониду Юрьевичу милосерден. Преступление он совершил малой тяжести, причем впервые, все характеристики были положительные, а тут еще и амнистия в связи с 70-летием Победы в Великой Отечественной войне. В общем, его даже не оштрафовали. Однако возместить причиненный ущерб все равно пришлось, а там набралось уже почти 350 тысяч рублей. Вот такая экономия...

Вспомните эту невеселую историю, если возникнет искушение «чуть-чуть» сэкономить казенные рубли в свой карман. Даже если вы решили пожертвовать своими удобствами, чтобы купить жене шубу, а сыну навороченный ноутбук. Ведь потом можно потерять и деньги, и репутацию.

Лидия ГАДЖИЕВА, «Тверская жизнь»



## ДРУГИЕ ПРИМЕРЫ

### ДВА ГОДА ЗА МОШЕННИЧЕСТВО С КОМАНДИРОВОЧНЫМИ

В Томске работники предприятия, получая денежные средства, впоследствии предоставляли в бухгалтерию отчеты за командировки, в которых суммы выплат превышали суммы реально понесенных затрат. Отчеты о командировках содержали заведомо ложные сведения относительно мест, количества дней пребывания и стоимости проживания. Уточняется, что общая сумма ущерба, причиненного предприятию, превысила 250 тысяч рублей, что является крупным размером. Суд признал каждого из подсудимых виновным и назначил наказание в виде лишения свободы сроками на два года и на два года и один месяц с отбыванием наказания в исправительной колонии общего режима.

### ОСУДИЛИ ВОСЬМЕРЫХ

За липовые гостиничные чеки осудили восьмерых сотрудников одной свердловской транспортной компании. Четверем присудили административные штрафы, еще четверо прошли по уголовному делу и получили условные сроки лишения свободы.

Все осужденные – водители, часто ездили в командировки по делам компании. Ночевали в машинах, а в бухгалтерию предприятия сдавали поддельные гостиничные счета, которые покупали за копейки на трассах у так называемых «чеккистов»: пройдох, специализирующихся на изготовлении поддельных отчетных документов. Обман раскрыли сотрудники милиции общественной безопасности линейного отдела внутренних дел (МОБ ЛОВД) на станции Свердловск. С согласия руководства транспортного предприятия они начали проверку авансовой отчетности водителей, часто бывающих в командировках, в ходе которой и всплыли липовые гостиничные счета. Оказалось, что некоторых гостиниц, фигурирующих в отчетах, не существует в помине. А в тех, что на самом деле работают, водители никогда не останавливались.

За каждым из упомянутых нарушителей числится от семи до двенадцати подлогов. Теперь они должны возместить ущерб работодателю, а многие еще и заплатить государству штраф в двукратном размере от той суммы, которую они незаконно присвоили.



## К СВЕДЕНИЮ

### ▶ КАКИЕ РАСХОДЫ ВОЗМЕЩАЮТ РАБОТНИКУ В КОМАНДИРОВКЕ

расходы по проезду;  
расходы по найму жилья;  
суточные;

другие расходы, совершенные с согласия работодателя (оформление виз, паспортов, приглашений; консульские и аэродромные сборы, сборы за пользование платными каналами и автодорогами; транспортная страховка; оплата постельных принадлежностей в поездах дальнего следования).

### ▶ КАК НАКАЗЫВАЮТСЯ ФИНАНСОВЫЕ НАРУШЕНИЯ

*Административная ответственность*

наступает за похищение, присвоение или растрату чужого имущества, если сумма этого имущества не превышает тысячи рублей (статья 7.27 Кодекса об административных правонарушениях РФ). Наказание – штраф в размере до пятикратной стоимости похищенного имущества или административный арест на срок до 15 суток.

*Уголовная ответственность (судимость)*

наступает, если сумма похищенного или присвоенного имущества превышает тысячу рублей (статья 160 Уголовного кодекса РФ). Наказание – лишение свободы до двух лет или штраф до 120 тысяч рублей – без использования служебного положения; лишение права занимать определенные должности, лишение свободы до шести лет или штраф от 100 до 500 тысяч рублей – с использованием служебного положения.

### ▶ КУДА НЕ ВОЗЬМУТ С СУДИМОСТЬЮ, В ТОМ ЧИСЛЕ С УСЛОВНОЙ

на работу в правоохранительные органы (прокуратура, МВД, ФСБ);  
на должность судьи;  
в армию, в том числе по контракту.

### ▶ ЧЕМ ЕЩЕ ГРОЗИТ СУДИМОСТЬ

у родственников судимого будет ограничен доступ на госслужбу;  
у судимого человека могут возникнуть проблемы:  
при получении кредита в банке,  
при получении визы в некоторые страны мира,  
при усыновлении ребенка,  
при трудоустройстве на хорошую вакансию.

## Научно Производственный Центр «Авиационное литье»



- Современное производство отливок из магниевых сплавов.

Используемые технологические процессы:  
Литье в металлические формы (кокиль)  
Литье в холодно-твердеющие смеси (ХТС)



**Габаритные размеры отливок:**

до 1800x1500x1000 мм для литья в ХТС  
до 1500x700x1000 мм для литья в кокиль

Вес отливок от 0,5 кг до 450 кг

Используемые сплавы: МЛ5, МЛ5пч, МЛ10

**Производственные мощности до 1000 т/год**



- Выплавка высоколегированных сталей
- Производство сплавов с памятью формы, интерметаллидов и лигатур.



**Имеем большой опыт в производстве сложных, высокоответственных отливок для оборонной и двигателестроительной промышленности РФ**

**Приглашаем к взаимовыгодному сотрудничеству!**

127473 г. Москва, ул. Краснопролетарская д.16, стр.3,  
тел/факс+7 (495) 287-16-30, e-mail [info@avialit.com](mailto:info@avialit.com)