



Научно–технический журнал

ЭЛЕКТРОМЕХАНИК

№3 | декабрь 2014 | www.el-mech.ru

НАШ ПРИНЦИП – КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ РЕШЕНИЯМ И СОЦИАЛЬНЫМ ОБЯЗАТЕЛЬСТВАМ

«ЭЛЕКТРОМЕХАНИК» –

75



**СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
УСТАНОВКА НОВОГО
ПОКОЛЕНИЯ**
для получения порошков
жаропрочных и титановых
сплавов



**ДОСТАВИТЬ ГРУЗ –
ДЕЛО ТЕХНИКИ!**



САМОЛЁТ ВЕРНУЛСЯ В РЖЕВ
благодаря усилиям заводчан



Дорогие друзья, уважаемые коллеги!

Поздравляем вас
**с Новым 2015 годом
и Светлым праздником
Рождества Христова!**

Встречая год наступающий, принято подводить
итоги года уходящего.

Для ОАО «Электромеханика» он стал юбилейным,
75-м с момента основания,

и эта красивая дата – повод и стимул уверенно идти дальше и стремиться
к новым достижениям и новым юбилеям, развиваться и работать для нашей
великой страны. Мы рады и горды тем, что минувший год стал результативным.

Нам есть что итожить и есть чем гордиться. Как и в предыдущие пять лет,
ОАО «Электромеханика» демонстрирует стабильный экономический рост.

Силами специалистов предприятия для наших партнёров разработан комплекс
новейшего, не имеющего аналогов оборудования для гранульной металлургии.

Значительно вырос интерес заказчиков к стандартизированному литейному и
термическому оборудованию. Научно-производственный комплекс
«Электромеханика» востребован как разработчик и производитель уникального
технологического оборудования. Мы уверенно смотрим в завтрашний день,
мы готовы совершенствоваться и штурмовать новые высоты.

Новый год – праздник семейный. «Электромеханика» – это тоже большая
дружная семья, а все, с кем мы сотрудничаем – это друзья нашей семьи.

Мы рады приветствовать каждого из вас, и каждому
хотим сказать спасибо за сотрудничество, за понимание и желание идти
навстречу, за наш совместный опыт и наши общие достижения.

Мы вступаем в новый год с новыми надеждами, идеями и перспективами,
того же желаем и вам.

Пусть 2015 год будет для вас во всех отношениях удачным, стабильным
для страны и спокойным для ее жителей! Успехов вам в вашей деятельности,
смелости в планах, уверенности в друзьях, благополучия и понимания
в коллективах, мира и покоя в семьях!

С уважением,
Председатель Совета директоров
ОАО «Электромеханика»

А.В. КОНСТАНТИНОВ

Уважаемые читатели!

Перед вами – третий номер журнала «Электромеханик». Он выходит в канун новогодних праздников, и мы надеемся, что, несмотря на декабрьско-январские хлопоты, вы оцените его по достоинству.

В номере есть что почитать: это касается и статей научно-технической направленности, и материалов о событиях, происходивших на заводе, и о его работниках. Таких, как яркий представитель рабочей профессии, слесарь механосборочных работ Анатолий Виноградов, которому в нынешнем году указом Президента было присвоено звание «Заслуженный машиностроитель РФ». Звание было вручено ему губернатором Тверской области на торжественном юбилее ОАО «Электромеханика». Большой рассказ о юбилее, который прошел на славу благодаря долгой и тщательной подготовке руководства завода, постаравшемуся продумать все до мелочей, в этом номере занимает больше десяти страниц. И это того стоит, потому что праздник гремел на весь город, а гости на него съезжались со всей России.

Среди множества перспективных разработок ОАО «Электромеханика» - специализированная технологическая установка нового поколения для получения порошка жаропрочных и титановых сплавов. Этому способу и особенностям охлаждения частиц в процессе получения гранул методом PREP посвящены следующие две статьи номера. ОАО «Электромеханика» производит большой ряд термического оборудования, причем каждая установка проектируется с учётом индивидуальных требований заказчика. Подробнее об этом – в статье «Термическое оборудование». Но произвести сложное оборудование – только часть задачи. Далее и заказчик, и производитель сталкиваются с вопросом доставки зачастую очень габаритного груза до места назначения. И здесь на помощь приходят транспортные компании, специализирующиеся на сложных грузах. Одна из них – ООО «Ржевтранссервис». О ней – в статье «Доставить груз – дело техники».

История ОАО «Электромеханика» неразрывно связана с городом Ржевом, предприятие стало одним из градообразующих и даже сегодня продолжает принимать активное участие в общественной жизни и оказывать помощь городу и его жителям. Недавно на свое законное место был возвращен после капитального ремонта один из любимейших ржевитянами памятников – самолет МиГ-17, установленный еще в 1973 году на высоком берегу Холынки. Предприятие за счет собственных средств отреставрировало постамент памятника и установило на него самолет. Об этом, а также о спонсорской помощи Ржевскому приюту, о применяемой на ОАО «Электромеханика» системе подготовки и привлечения кадров и о спортивных традициях, которые хранит и развивает наше предприятие – на других страницах номера.

В добрый путь, уважаемые читатели, в добрый год! Пусть он будет для вас удачным и принесет вам только хорошее!



Светлана АРТЕМЬЕВА,
главный редактор
журнала «Электромеханик»

СОДЕРЖАНИЕ

ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА _____	2
«Электромеханик» – 75!	
ТЕМА НОМЕРА _____	11
Специализированная технологическая установка нового поколения для получения порошков жаропрочных и титановых сплавов методом PREP	
ТЕМА НОМЕРА _____	15
Особенности охлаждения частиц в процессе получения гранул методом PREP	
НОВОСТИ ОТРАСЛИ _____	20
НА СВОЕМ МЕСТЕ _____	21
Мастер своего дела	
НАШИ ПАРТНЕРЫ _____	22
Доставить груз – дело техники	
ТЕХНОЛОГИИ _____	25
Термическое оборудование	
ТРАДИЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ _____	32
Кадровому вопросу – постоянное внимание, или Воспитать специалиста	
ВАЖНОЕ ДЕЛО _____	36
Самолет вернулся в Ржев	
СОЦИАЛЬНАЯ РОЛЬ _____	38
Юбилей в кругу друзей	
СПОРТ _____	40
Начинаем новые традиции	

«Электромеханик»
Научно-технический журнал
№ 3
Декабрь 2014

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

«ЭЛЕКТРОМЕХАНИКЕ» – 75!

19 августа ОАО «Электромеханика» широко и торжественно отметила свое 75-летие. К празднику был снят фильм о истории завода, большим тиражом выпущена книга о истории предприятия. Мы подробно рассказывали о начале и вехах славного пути в прошлом номере журнала, напомним некоторые его моменты и здесь.



ТРИ ЧЕТВЕРТИ ВЕКА

19 августа 1939 года в Москве приказом Наркома авиапромышленности Кагановича на базе цеха завода NN^о 207, в здании бывшей церкви на Большой Никитской улице

были созданы сварочные мастерские по экспериментальным работам в сварке самолётных конструкций, проектированию и изготовлению сварочного оборудования и аппаратуры. Они и положили начало нынешнему ОАО «Электромеханика».

Уже в 1940 году мастерские выпускали новую продукцию семи наименований. Эвакуированный в начале войны в Кемерово, завод к ноябрю 1941 года выпускал

продукцию для фронта, и до самой Великой Победы весь коллектив завода трудился на славу: более половины всех рабочих были стахановцами. Ржевский этап существования завода начался с июня 1945 года и длится по сей день.

За три четверти века выросло современное, наукоемкое и высокотехнологичное предприятие, которое располагается в живописном микрорайоне Ржева, на Волжском берегу, занимая по площади около 35 гектаров. Его коллективом освоен выпуск уникального оборудования не только для авиастроения, но и для судо-





Ведущие праздника Тарас Кузьмин и Наталья Смирнова



строения, энергетики, медицины и других отраслей народного хозяйства страны. ОАО «Электромеханика» по праву считается одним из самых значимых предприятий города, региона.

Здесь, в этом городе на Волге, «Электромеханика» стала не только одним из флагманов отечественного авиапрома, но и градообразующим предприятием, построив целый микрорайон с объектами соцкультбыта, которые функционируют до сих пор. На заводе росли трудовые династии, здесь трудились целые поколения ржевитян, и именно поэтому день рождения «Электромеханики» стал праздником не только городского, но и областного значения. К нему готовились несколько месяцев.

ПРАЗДНИК НА СЛАВУ

День выдался ярким и солнечным. Уже в полдень через проходную «Электромеханики» пропускали всех желающих – в день открытых дверей на этом обычно закрытом, режимном предприятии могли побывать все. На территории взрослых и детей уже ждали приятные развлечения. Сразу несколько батутов и каруселей, паровозик для маленьких и планетарий для детей постарше – эти и другие аттракционы были бесплатными, и ребятишки с удовольствием пользовались возможностью попрыгать и покрутиться столько, сколько разрешат родители. Для родителей занятие по душе и интересам тоже нашлось. Специалисты завода проводили

экскурсии по предприятию. Неподалеку, в парке, девушки-художницы рисовали шаржи, и желающих, понятное дело, было немало. Немало было и тех, кого привлек фейс-арт (рисунки на лице) – причем на эту процедуру отважились не только малыши, но и вполне взрослые. Рядом надували и раздавали воздушные шары в корпоративных цветах «Электромеханики» – эти шары иногда взлетали в высокое небо, а позже в городе по бело-синим шарам в руках можно было заметить людей, побывавших гостями этого праздника.

Работали фотографы. Но они не просто делали снимки. Подождав полчаса, гости получали сувенир в виде магни-





тика с символикой завода и собственной фотографией. Умельцы-аниматоры вязали из длинных шаров причудливые конструкции – и зверюшек, и короны. Другие занимались с детьми – устраивали игры, шутили. Возле стенда-летописи завода росло Дерево Желаний: уже через час на нем почти не было свободного места от добрых слов, написанных на листочках бумаги в адрес завода и его коллектива. Здесь же работали буфеты и шашлычные – и это, пожалуй, было единственным, за что приходилось платить деньги. Остальные развлечения были для гостей бесплатными – обо всем позаботилась администрация ОАО «Электромеханика».

Дальше на территории, рядом с производственным корпусом, доской Почёта и памятником-самолётом, были накануне установлены трибуны для гостей и высо-

кая сцена, украшенная символикой с цифрой «75». Все происходящее транслировалось на заднике сцены, который, кроме того, служил и огромным экраном.

К месту проведения официальной части торжества постепенно собирались

предприятия всей территории России и не ограничиваются ее пределами.

Академика Российской академии наук, директора Института теоретической и прикладной электродинамики РАН Андрея Лагарькова связывают с ОАО

На территории, рядом с производственным корпусом, доской Почёта и памятником-самолётом, были накануне установлены трибуны для гостей и высокая сцена, украшенная символикой с цифрой «75». Все происходящее транслировалось на заднике сцены, который, кроме того, служил и огромным экраном

высокие гости. Их в этот день было очень много, и некоторым пришлось ехать издалека, потому что партнерские связи ОАО «Электромеханика» распространяются на

«Электромеханика» долгие годы работы над совместными проектами уникальных установок, многие из которых были и до сих пор остаются сверхсекретными. Управляющий директор – генеральный конструктор ОАО «Авиадвигатель» Александр Иноземцев приехал из Перми. На юбилей прибыло руководство ведущих предприятий российского авиапрома: генеральный директор ОАО «Авиапром» Виктор Кузнецов, управляющий директор ОАО «Металлист-Самара» Юрий Елисеев, заместитель главного металлурга ОАО "Научно-производственная корпорация "Иркут" Олег Соболев, из города Королев прибыли генеральный директор ОАО «Композит» Александр Береснев и его зам Анатолий Тимофеев, замдиректора института новых металлургических технологий Алла Логачева, а также руководство ОАО «Корпорация «Тактическое ракетное вооружение» в лице Владимира Ярмолюка и Виктора Вагана, из Уфы –





Глава Ржевского района Валерий Румянцев

главный металлург ОАО "УАП "Гидравлика" Денислам Асфандияров, из Балашихи – заместитель генерального директора ОАО «Балашихинский литейно-механический завод», Валерий Стребков, руководитель проектов Борис Церковский и Александр Борковский. Многочисленной была делегация из Москвы. ОАО «Всероссийский институт легких сплавов» представляли директор ОПК Дмитрий Ваулин и техдиректор Алексей Дерябин, ОАО "ЦНИИ "Курс" – генеральный директор Лев Клячко со своим заместителем, директором НИИ «Ритм» Вячеславом Уман-

ским, Ассоциацию «Союз авиационного двигателестроения» (АССАД) – президент Виктор Чуйко и заместитель генерального директора Виктор Дунин, исполнительную дирекцию ЗАО "Межгосударственная ассоциация Титан" – генеральный директор Андрей Александров, «Международное содружество Бауманцев» – замдиректора Олег Катков.

На юбилей приехали представители ФГУП «Всероссийский Научно-Исследовательский Институт Авиационных Материалов», ФГУП «Центральный Институт Авиационного Моторостроения», ОАО «Брянский машиностроительный завод».

Правительство Тверской области представляли лично губернатор Андрей Шевелев и министр промышленности и информационных технологий Тверской области Евгений Вожакин. Давнее и плодотворное партнерство связывает ОАО «Электромеханика» с ведущими вузами региона, поэтому поздравить руководство и коллектив с юбилеем сочли обязательным лично ректор «Тверского Государственного Университета» Андрей Белоцерковский и проректор по научной и инновационной деятельности Иван Каплунов, ректор «Тверского Государственного Технического Университета» Андрей Твардовский и директор института ДПО Николай Пузырев, директор филиала «ТвГТУ» в городе Ржеве Татьяна Конс-



Генеральный конструктор ОАО «Авиадвигатель» Александр Иноземцев выразил уверенность в осуществлении новых крупных проектов с участием ОАО «Электромеханика»

тантинова. Руководство города Ржева и Ржевского района, директора крупнейших местных предприятий, финансовых и других учреждений приехали со словами поздравления, цветами и подарками.

Играла музыка, звучали слова гимна завода, на первые почетные ряды усаживались ветераны предприятия. Было заметно: люди давно не виделись и были рады встретиться здесь вновь, оживленно беседовали между собой, обнимались, поздравляли друг друга. Праздничная атмосфера буквально витала



Почетные места и особое внимание – главным гостям праздника



Губернатор Андрей Шевелев вручает почетный знак, удостоверяющий звание «Заслуженный машиностроитель РФ» наладчику Валерию Смирнову



Почетной грамотой губернатора награждается слесарь Александр Алексеев

повсюду: яркое солнце, чистое небо, образцово-ухоженная территория, нарядные и торжественно настроенные люди. В 14 часов началась официальная часть. Ее открыл генеральный директор Виктор Константинов, который руководит «Электромеханикой» с 1995 года, то есть без

малога два десятилетия. Именно он возглавил завод почти сразу после акционирования, провел через самый, наверное, сложный – постперестроечный – период его истории, и сумел сохранить коллектив и специфику завода, когда рушилось государство, и реформировать предприятие

так, что оно твердо стоит на ногах сейчас.

– Сегодня предприятие уверенно смотрит в завтрашний день, имеет обширный портфель заказов и технически отвечает всем современным потребностям, – сказал Виктор Вениаминович, обращаясь к собравшимся. – Я благодарю ветеранов за героический труд. Я благодарю всех работающих сегодня за оптимизм и уверенность. Я благодарю молодежь за их веру в предприятие. Поздравляю всех с праздником, здоровья вам, вашим семьям и близким. Россия становится сильной во многом благодаря таким предприятиям: они стремятся создать продукцию, которая не догоняет, а превосходит мировые образцы.

Губернатор Андрей Шевелев прибыл на праздник в числе других официальных гостей. Он поблагодарил за приглашение, сказав, что с удовольствием приехал поздравить сегодняшний коллектив, ветеранов.

– Такие эффективные производства, как ваше, костяк твердого машиностроения, всей промышленности региона, – подчеркнул глава области. – В условиях, когда российская экономика держит курс на развитие и импортозамещение, подобные передовые предприятия, как локомотивы, прокладывают путь вперед, показывая пример достойной работы и уверенного роста. Грамотное управление, высокая социальная ответственность, преданные своему делу люди – три кита, на которых прочно стоит «Электромеханика».

Он упомянул о заводских династиях, суммарный стаж одной из которых более 400 лет. Он вслух не открыл секрета, но мы расскажем: речь идет о семье Константиновых. Губернатор особо отметил важную роль завода в жизни города, которая заключается как в заботе о трудовом коллективе, так и в шефстве над микрорайоном и социальными учреждениями – сейчас, когда иные предприятия давно уже не считают такую нагрузку обязательной. Завод сохранил трудовой и интеллектуальный потенциал, деловые связи, внедрял инновации и старался обеспечить своим работникам достойную заработную плату.

Затем глава региона вручил правительственные награды. Почетное звание «Заслуженный машиностроитель РФ» указом Президента присвоено наладчику

Валерию Смирнову, нагрудным знаком «За заслуги в развитии Тверской области» награжден токарь Владимир Лихачев, звание «Почетный работник промышленности Тверской области» получили шлифовщик Владимир Федоров, начальник участка Виктор Цветков. Четверо работников завода – слесари Александр Алексеев и Виктор Гаврилович, слесари-электромонтажники Надежда Брусничкина и Анатолий Ортин – получили почетные грамоты губернатора, десять человек – благодарности от имени главы региона. Это начальник спецотдела Василий Алексеев, заместитель главного конструктора Сергей Генченков, токарь-расточник Виктор Дуксин, технический директор Валерий Дьяков, начальник производственно-распределительного бюро Лариса Калинина, слесарь Михаил Марюбелиев, водитель Александр Николаев, слесарь-электромонтажник Владимир Ортин, наладчик техоборудования Виктор Скоробогатов и директор сварочно-сборочного производства Валерий Уткин.

Специальная награда от Фонда содействия развитию предпринимательства, Почётный знак «Бухгалтер года» была торжественно вручена финдиректору «Электромеханики» Елене Колосовой. Решением правления звание «Почетный работник ОАО «Электромеханика» присвоено Валерию Дьякову и Сергею Захарову.

Генеральный директор Виктор Константинов вновь и вновь поднимался на сцену. За многолетний добросовестный труд, значительный личный вклад в развитие машиностроения Тверской области он вручил Почетные грамоты Министерства промышленности и информационных технологий Тверской области начальнику юридического бюро Михаилу Акидинову, слесарю-ремонтнику Александру Балобанову, старшему сторожу Валентину Баранову, начальнику производственно-распределительного бюро Сергею Жукову, главному технологу Валерию Кононову, ведущему инженеру-технологу Юрию Ладыгину, мастеру сварочно-сборочного производства Вере Некрасовой, старшему инспектору отдела кадров Лидии Орловой, ведущему инженеру-энергетику Зинаиде Родионовой, фрезеровщику Владимиру Старостенко, директору механопроизводства Геннадии Струнину, токарю Александру Таланову, замести-



Токарю Сергею Захарову – звание и медаль «Почетный работник ОАО «Электромеханика» из рук генерального директора



«Надежда авиапрома» – Николай Чупятов, заместитель генерального директора по производству, получил награду из рук генерального директора ОАО «Авиапром» Виктора Кузнецова



Глава города Ржева Наталья Воробьева и глава администрации города Ржева Леонид Тишкевич

телю технического директора Любови Филатовой, завканцелярией Лидии Черновой, машинисту крана Павлу Шмидту. Почетные грамоты предприятия получили более сорока человек.

Наград федерального, регионального и ведомственного значения, торжественных слов и подарков в этот день было очень много. Всем были вручены памятные подарки – наручные часы с юбилейной символикой завода.

Но и без подарков эти празднования надолго останутся в памяти заводчан и гостей. Отменную организацию торжеств отмечали практически все гости, многие сравнивали праздник с Днем города и говорили, что часть моментов было бы не лишним и перенять. Если бы не будний день, гостей на официальной части собралось бы не тысяча-две, а гораздо больше.

Награждения и официальные поздравления чередовались с концертными номерами – танцевальными, песенными, демонстрацией фильма об истории завода. А еще на экране происходило песочное шоу: под умелыми руками художницы из песка появлялись дивные картины с патриотической, заводской символикой, видами города Ржева.

Глава города Наталья Воробьева, поднявшись на сцену вместе с главой



Грамотой главы города награждается начальник экономического отдела Светлана Кириллова

администрации Леонидом Тишкевичем, очень тепло поздравила коллектив и руководство завода-юбиляра.

– Главное – не сколько, а как, – отметила она, говоря, что на фоне 800-летней истории Ржева цифра 75 выглядит пусть и не столь внушительно, но все годы «Электромеханика» была на высоте по качеству продукции и профессионализму сотрудников. Силами ее работников в Ржеве появился целый микрорайон, а Дворец культуры, построенный заводом, и по сей день остается самым красивым в городе учреждением. Леонид Тишкевич

присоединился к поздравлению, особо подчеркнув уникальность предприятия, вспомнил недавнюю научно-техническую конференцию, куда съехались представители крупнейших предприятий машиностроительной и авиакосмической отрасли со всей России, чьи отзывы о продукции «Электромеханики» заставили испытать чувство гордости за родной завод.

Более десяти сотрудников ОАО «Электромеханика» за долготелый труд, успехи и высокие производственные показатели были отмечены Почетной грамотой Главы города Ржева.



С приветственным словом выступает управляющий директор ОАО «Металлист-Самара» Юрий Елисеев

Высокие гости регионального значения занимали свои места среди зрителей, а на сцену поднимались люди, чьи имена хорошо известны на российском уровне: руководители гигантов отечественного машино- и авиастроения, видные научные деятели. Крупнейший ученый мирового значения, академик РАН, директор нескольких профильных институтов Андрей Лагарьков констатировал: за 75 лет меняются люди, исчезают города и даже государства, а завод сумел не только выстоять, но и обновиться. Андрей Николаевич даже по-научному объяснил это, сказав, что «Электромеханика» живет как самоорганизующаяся система: в процессе развития учитывает предыдущий опыт, приспосабливается к изменчивой среде и развивается в соответствии со всем перечисленным. Он вспомнил опыт разработки стелс-технологий, когда предприятие с честью справилось со сложными задачами, и подарил Виктору Константинову символ сотрудничества.

Генеральный конструктор ОАО «Авиадвигатель» (г. Пермь) Александр Иноземцев отметил: их конструкторское бюро 11 декабря отметит аналогичную дату, поздравил многолетних коллег и констатировал, что «Электромеханика» сохранила интеллектуальный потенциал и умелые руки, что поможет в осуществлении крупного проекта – отечественного авиадвигателя, принципиально нового по показателям.

Генеральный директор ОАО «Авиапром» Виктор Кузнецов не просто поздравил заводчан. Золотой медалью корпорации он наградил Виктора Константинова, звание ветерана авиационной промышленности присвоил Виктору Громову, а молодого заместителя генерального директора Николая Чупятова поздравил с присвоением почетного звания «Надежда авиастроения».

Конечно, почетное место не только в первых рядах, но и во всей организации торжества отводилось ветеранам. Тех, кто посвятили всю свою жизнь любимой работе, кровью и потом заслужил носить гордое звание «Ветеран труда», отмечали особо.

Еще одним приятным и трогательным моментом стало подведение конкурса детского рисунка на тему рабочих профессий, где первое место занял Артем Марков из социального приюта. Всем



Академик РАН Андрей Лагарьков вручает Виктору Константинову символ сотрудничества

семи юным художникам – призёрам конкурса – Виктор Константинов вручил подарки на сцене.

Министр промышленности и авиационных технологий Тверской области Евгений Вожакин уже после завершения официальной части дал интервью для журнала «Электромеханик». Он, в частности, сказал:

– Самый большой показатель того,

что именно сегодня представляет собой ОАО «Электромеханика» – это участники праздника. Сюда приехали не просто руководители города и области, а десятки руководителей крупнейших российских наукоёмких предприятий, которые были, остаются и будут потенциальными партнерами ржевского завода. Именно они, эти люди, определяют политику в российском авиапроме, именно они продвигают науч-



Юным художникам – наборам для творчества

ные разработки и достижения, именно они отвечают за развитие науки и промышленности, именно они дают надежду и уверенность в том, что Россия останется великой, промышленно развитой державой. Они приезжают не только с поздравлениями и наградами, они привозят контракты!

«Электромеханика» – предприятие передовое, в этом заслуга коллектива и руководства. Я хотел бы, чтобы и здесь,

Сергей Илюшин, основатель советской авиации Павел Сухой, Поликарпов и другие... Хотел бы выразить уверенность: на ОАО «Электромеханика» все будет хорошо, предприятие, которое сегодня уверенно работает, выплачивает достойную заработную плату и налоги, будет так же уверенно идти вперед, этому есть все предпосылки, в том числе и внешнеполитические. Генеральному директору

Самый большой показатель того, что именно сегодня представляет собой ОАО «Электромеханика» – это участники праздника. Сюда приехали не просто руководители города и области, а десятки руководителей крупнейших российских наукоемких предприятий, которые были, остаются и будут потенциальными партнерами ржевского завода. Именно они, эти люди, определяют политику в российском авиапроме, именно они продвигают научные разработки и достижения, именно они отвечают за развитие науки и промышленности, именно они дают надежду и уверенность в том, что Россия останется великой, промышленно развитой державой. Они приезжают не только с поздравлениями и наградами, они привозят контракты!

и на других российских предприятиях у руля стояли не только эффективные менеджеры (они пусть будут, но их епархия – финансы, а не производство). У руля должны стоять профессионалы, которые, пройдя все ступени, знают производство от и до. Как академик, авиаконструктор

я хотел бы пожелать здоровья и долголетия, сотрудникам – профессиональных успехов, личных достижений, удач и оптимизма, и, что немаловажно в сегодняшней ситуации, мирного неба над головой. А высокие достижения отечественной оборонной промышленности, в которых



Начальник отдела маркетинга Виктория Бальс

есть немалая заслуга «Электромеханики», пусть будут залогом этого мирного и чистого неба над Россией!

А в это день, 19 августа, мирное небо раскрасилось праздничным салютом: его в пять часов вечера видели и слышали даже из города.

Подводя итоги праздника, можно сказать: ОАО «Электромеханика» и здесь оказалась на высоте. Люди, которые умеют хорошо работать, с таким же профессионализмом подошли к организации праздника. И он удался на славу. Предприятие продолжает славный путь к новым достижениям и новым юбилеям.



КОНСТАНТИНОВ В.В., генеральный директор ОАО «Электромеханика»
КУЛЬНЕВ А.В., начальник сектора специализированного оборудования научно-конструкторского центра ОАО «Электромеханика»
ЛОГАЧЕВА А.И., заместитель директора – начальник отдела Института новых металлургических технологий ОАО «Композит»
ЛОГАЧЕВ А.В., начальник сектора Института новых металлургических технологий ОАО «Композит»
СОКОЛОВ Ю.А., заместитель технического директора ОАО «Электромеханика»

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

для получения порошков жаропрочных и титановых сплавов методом PREP

Среди различных методов получения порошков в РФ наиболее широкое распространение получил метод вращающегося электрода с плазменным нагревом (PREP), при котором вращающийся электрод подаётся в камеру распыления, где в результате оплавления плазменной дугой на торце электрода образуется жидкая плёнка металла. Отделение частицы от электрода происходит с торцевого жидкого венца, диаметр которого больше диаметра электрода [3]. Частицы расплава, оторвавшись от венца вращающейся заготовки, перемещаясь в газовой среде, образуют после кристаллизации порошок сферической формы, который из плавильной камеры перемещается в приёмный бункер. Для более интенсивного отвода тепла от частицы, помимо охлаждения излучением, используется конвективное охлаждение в потоке смеси инертных газов (аргон и гелий).

Скорость охлаждения капли зависит от вида теплоносителя, скорости движения теплоносителя относительно поверх-

ности частицы, глубокого переохлаждения расплава внутри порошка. Распыление при скорости охлаждения частицы до 10^4 K/с, как правило, приводит к формированию микрокристаллических и тонких дендритных структур. При переохлаждении капли можно получить порошок сферической формы с недендритной структурой. Скорость охлаждения частиц может быть увеличена за счёт дополнительного кон-

вективного охлаждения. При охлаждении со скоростью свыше $10^3 - 10^4$ C/с формируются частицы с микрокристаллической и тонкой дендритной структурой.

Для реализации метода PREP разработано семейство специализированного технологического оборудования типа «УЦР» (изготовитель – ОАО «Электромеханика»). В настоящее время на установках центробежного распыления типа «УЦР» получены порошки с различной фракцией от 50 мкм сложных высокотемпературных сплавов, в том числе титано-содержащих сплавов, молибдена, а также интерметаллидов.

К недостаткам существующего оборудования типа «УЦР» следует отнести:

- ▶ Малый процент гранул крупностью менее 200 мкм вследствие невысокой частоты вращения заготовки.
- ▶ Отсутствие подачи газовой смеси в область плавления электрода для создания благоприятных условий для кристаллизации и охлаждения частиц в полёте, охлаждения и очистки газовой смеси, безмасляной откачки воздуха, обеспечивающей низкое содержание газовых примесей и прочее.

Получение металлических порошков на установке «УЦРТ-9» основано на методе центробежного распыления расплава с торца прутковой заготовки, оплавляемой плазменной дугой. Исходным материалом для получения гранул служат литые цилиндрические заготовки диаметром $(40 \div 60) / (60 \div 80)$ мм и длиной 700 мм.

При проектировании установки «УЦРТ-9» учитывался многолетний опыт эксплуатации аналогичного оборудования, был реализован целый ряд новых конструкторских решений, позволивших существенно расширить технологические возможности:

Установку «УЦРТ-9», предназначенную для получения металлических порошков (гранул) титановых и других тугоплавких сплавов методом центробежного распыления заготовок в среде инертных газов с содержанием кислорода на уровне исходной заготовки (0,002 – 0,004%), можно рассматривать как базовую для отработки новых технологий и производства высококачественных сферических гранул

- ▶ широкий диапазон вращения заготовки, обеспечивающий регулируемую частоту вращения (до 25000 об/мин);

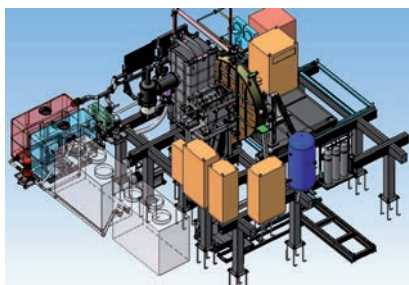
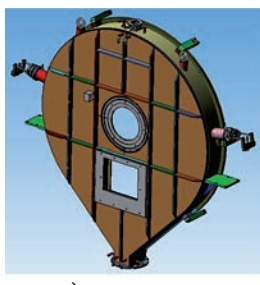
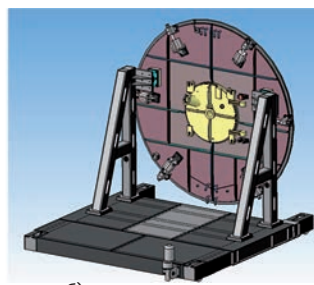


Рис. 1. 3D- модель установки «УЦРТ-9»



а)



б)

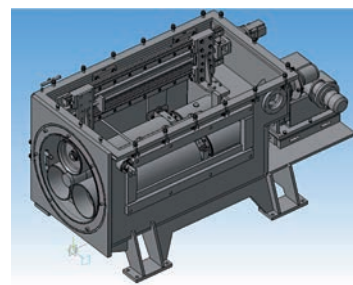


Рис. 3. Камера барабанов

Рис. 2. Плавильная камера (а) и крышка камеры (б)

- ▶ введение механизма управляемого охлаждения гранул в полёте;
- ▶ увеличенный размер диаметра камеры распыления;
- ▶ широкий диапазон скорости перемещения электрода.

Установка «УЦРТ-9», общий вид которой представлен на рис. 1, включает в себя следующие основные узлы: плавильную камеру, блок приводов, плазматрон, газовую и вакуумную систему, систему управления.

Процесс получения порошков ведется в следующей последовательности. Партия специально подготовленных электродов загружается в накопитель электродов, который устанавливается в загрузочное устройство. Из загрузочного устройства электроды поочередно, через разделитель электродов, подаются на барабаны и горизонтально перемещаются специальным электромеханическим приводом. Вращающийся электрод подаёт

ся в плавильную камеру, где нагревается до температуры плавления специальным плазменным источником нагрева. Капли расплава, оторвавшиеся от вращающейся заготовки, перемещаясь в инертной среде, образуют частицы металла – мельчайший порошок, который из плавильной камеры перемещается в приемный бункер.

крышкой. На крышке установлен узел горения дуги с механизмом перемещения плазматрона (рис. 2б). С другой стороны плавильной камеры крепится блок приводов, внутри которого установлены барабаны с электроприводом и механизмом передвижения заготовки.

Для продольного и поперечного перемещения плазматрона, для придания

Оснащение установки современной компьютерной системой управления позволило автоматизировать процесс распыления гранул на базе современной оптической системы контроля и управления

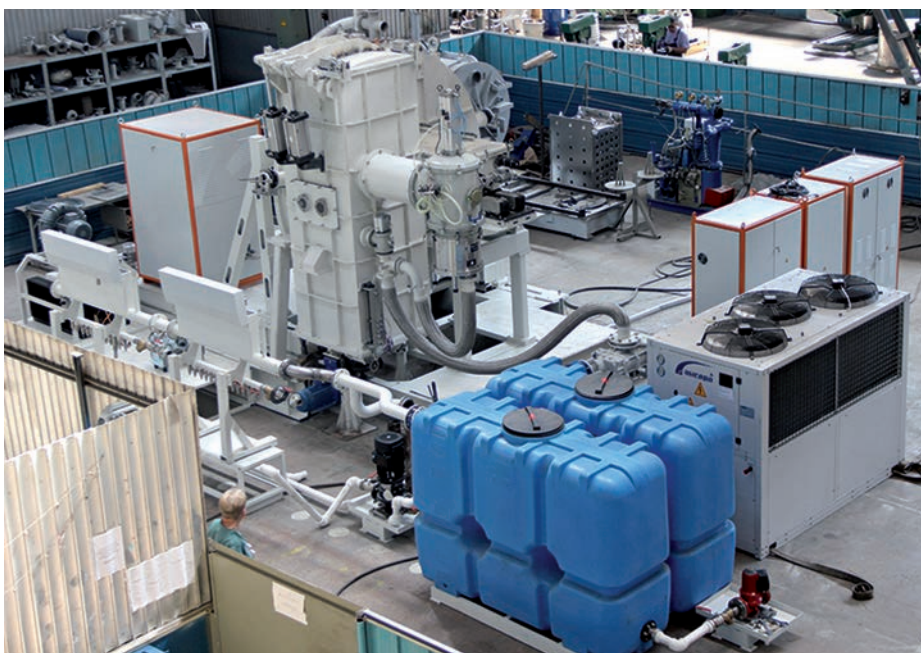
ПЛАВИЛЬНАЯ КАМЕРА

Плавильная камера представляет собой цилиндр диаметром 2500 мм (рис. 2а). Камера выполнена из нержавеющей стали с рубашкой охлаждения. К торцам цилиндра приварены фланцы для сопряжения с

необходимого эксцентриситета факела плазмы относительно центральной оси вращения заготовки в процессе распыления, на крышке плавильной камеры имеется прямоугольный карман с фланцем, на который установлен механизм перемещения. Базовым элементом механизма является плита, которая устанавливается на прямоугольный фланец.

Герметичность при продольном и поперечном перемещении ползуна относительно неподвижного фланца камеры достигается применением эластичного уплотнения из фторопластовой пленки и резинового уплотнения, обеспечивающего постоянный контакт фторопластового уплотнения с полированной поверхностью ползуна. Уплотнения крепятся к базовой плите по периметру накладками. Перемещение плазматрона осуществляется через пару винт-гайка и мотор-редуктор.

Внутри плавильной камеры установлен экран для электрода, который защищает стенки плавильной камеры. К нижней части камеры подсоединяется механизм сбора огарков, опрокидыватель корба с огарками.



Установка «УЦРТ-9» на испытаниях в сборочном производстве

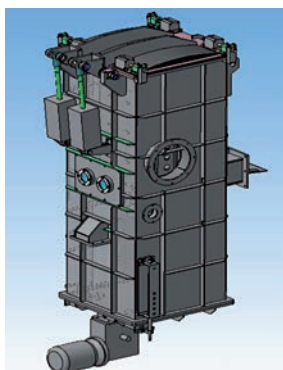


Рис. 4. Загрузочное устройство

БЛОК ПРИВодОВ

Блок приводов включает в себя следующие составные части: камеру барабанов, приводы вращения барабанов и подачи заготовок.

Камера барабанов (рис. 3) обеспечивает доступность к механизмам блока для их технического обслуживания, надежную герметизацию соединений, охлаждение стенки камеры. Камера оснащена светопрозрачным окном для визуального наблюдения за работой механизмов и герметичными токовыми вводами.

Вращение заготовки с максимальной скоростью до 25000 об/мин выполнено на двух опорных вращающихся барабанах. Удержание вращающейся заготовки на барабанах осуществляется прижимным роликом специальной конструкции, гасящей вибрации.

ЗАГРУЗОЧНОЕ УСТРОЙСТВО

К камере блока приводов установлено загрузочное устройство с механизмом подачи заготовок. Загрузочное устройство состоит из прямоугольной сварной камеры с открывающейся верхней крышкой (рис. 4). Крышка открывается двумя пневматическими цилиндрами. В камере имеется фланец для присоединения к камере узла барабанов, а также прямоугольное смотровое окно. В камере имеется траверса, перемещающаяся вверх-вниз с помощью привода, через две пары конических передач и винта. В камере имеются направляющие, предотвращающие перекося траверсы при движении.

На траверсе устанавливается накопитель электродов, на полках которого располагаются переплавляемые электроды. Всего в накопителе устанавливается до 70 электродов. Электроды удержива-

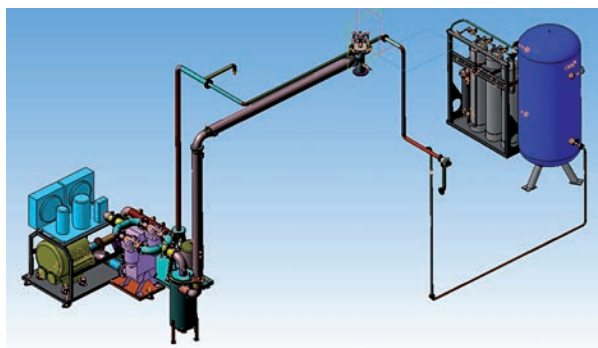


Рис. 5. Газовая система установки

ются в накопителе шторкой, которая при опускании траверсы с накопителем должна останавливаться напротив приемного лотка, смонтированного в камере блока приводов.

ПЛАЗМАТРОН

Плазматрон обеспечивает формирование высокотемпературной струи мощностью до 160 кВт, необходимой для получения гранул требуемой размерности. Конструкция сопла обеспечивает отсутствие капель расплавленного металла на внутренней поверхности канала сопла и на торцевой поверхности катода.

Мощность дуги плазматрона оказывает влияние на время расплавления металла на температуру металла в момент отрыва расплавленной капли, что отражается на фракционном составе распыленного порошка.

ГАЗОВАЯ СИСТЕМА

Газовая система установки «УЦРТ-9» предназначена для заполнения инертной средой полостей установки с целью охлаждения летящих частиц, подачи в плазматрон плазмообразующего газа и газового охлаждения подшипниковых опор высокооборотных механизмов блока приводов.

В состав газовой системы, представленной на рис. 5, входят узел водяного охлаждения, устройство «Циклон» для грубой очистки газовой смеси от частиц большого размера, фильтр тонкой очистки, узел водяного охлаждения фильтра, воздухоудка для циркуляции газовой смеси в камере приводов и камере распыления, газоанализатор, компрессор, обеспечивающий подачу газовой смеси в плазматрон под давлением до 2,5 атм.

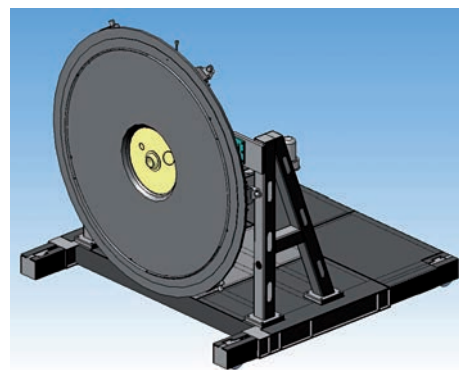


Рис. 6. Кольцевой спреер

Отвод тепла с поверхности летящей частицы в вакуумном пространстве и осуществляется излучением, длина полёта частицы при этом не зависит от её размера и может составлять несколько метров. Более интенсивная теплопередача происходит при дополнительном конвективном охлаждении капли в потоке смеси инертных газов (аргон и гелий). В этом случае длина полёта частицы, регулируемая расходом инертного газа и расположением распределителя охлаждающего газа в плавильной камере, существенно уменьшается.

Дополнительное конвективное охлаждение реализовано на базе кольцевого спреера (рис. 6), расположенного в камере распыления с изменяемым углом наклона форсунок диаметром 1 мм. Форсунки располагаются по окружности спреера с шагом 150 мм, их количество и расположение определяется технологией. Общее количество форсунок составляет 350 штук.

Влияние скорости охлаждения капель расплавленного металла на характеристики микроструктуры исследовано во многих работах (Гессингер Г.Х. «Порошковая металлургия жаропрочных сплавов», Эскин Г.И. «Условия формирования недендритной структуры в слитках и гранулах лёгких и жаропрочных никелевых сплавов»). Скорость охлаждения капли зависит от вида теплоносителя, скорости движения теплоносителя относительно поверхности частицы, глубокого переохлаждения расплава внутри гранулы. Распыление при скорости охлаждения капель до 10^4 °К/с, как правило, приводит к формированию микрокристаллических и тонких дендритных структур. При переохлаждении капли можно получить гранулы

недендритной структуры (описано во втором из указанных источников).

Процесс получения гранул методом PREP обеспечивается достаточно большими коэффициентами теплоотдачи вследствие турбулентных явлений, источниками которых являются:

- ▶ вращение электрода с большой частотой вращения (десять тысяч оборотов в минуту);
- ▶ наличие большого количества зон от разлетающихся частиц;
- ▶ наличие генераций встречных потоков для более интенсивного охлаждения частиц;
- ▶ вращение частицы относительно собственной оси в полёте.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ

Система управления (СУ) установки «УЦРТ-9» построена на базе промышленного компьютера (верхний уровень) и программируемого логического контроллера (ПЛК) Direct Logic компании PCL Direct by Coyo Inc (нижний уровень).

Управление технологическим процессом в автоматическом режиме обеспечивает: пуск и торможение регулируемых приводов вращения барабана, подачу заготовки и перемещения плазматрона, регулирование и контроль их параметров во время работы; создание условий для точной синхронизации вращения барабанов; поддержание зазора

между плазматроном и заготовкой; контроль основных параметров плазматрона, вращения барабана, подачи заготовки, длины огарка.

Автоматизированное рабочее место оператора реализовано на базе промышленного компьютера, программное обеспечение которого обеспечивает отображение состояния основных элементов установки, автоматическое формирование базы данных, контроль состояния узлов и механизмов установки и диагностику отказов.

Для визуального наблюдения за состоянием механизмов вакуумной схемы и значениями контролируемых параметров используется мнемосхема установки, на которой отображается динамика процесса получения гранул. Интерфейс оператора содержит основное (базовое) окно, на котором выделено несколько областей: клавиатура вспомогательных экранов, состояние насосов, значения тока и напряжения источника питания плазматрона, параметров вращения и перемещения заготовки, расход инертных газов, температура подшипников.

СУ обеспечивает перевод установки в безопасное состояние при возникновении внештатных ситуаций. При возникновении ошибки на мониторе компьютера появляется окно, в котором отображается код ошибки, описание ошибки, рекомендации оператору.



ВЫВОДЫ

1. Установка «УЦРТ-9», по сравнению со своими аналогами, позволяет обеспечить получение гранул из титановых сплавов с крупностью менее 100 мкм и малое загрязнение гранул неметаллическими и газовыми включениями.
2. Широкий диапазон изменения подачи заготовки обеспечивает её стабильное перемещение во время процесса распыления и быстрый отвод при смене электрода, что повышает производительность.
3. Оснащение установки современной компьютерной системой управления, позволило автоматизировать процесс распыления гранул на базе современной оптической системы контроля и управления, обеспечивающей поддержание постоянного зазора между плазматроном и электродом, исключить влияние субъективных факторов на процесс получения гранул посредством закрепления отлаженного нормативного технологического процесса в управляющей программе, обеспечить высокую стабильность поддержания технологических параметров в ходе процесса, повысить комфортность условий работы оператора за счет интегрирования на рабочем месте органов управления, улучшить ремонтпригодность за счет автоматического диагностирования и тестирования оборудования средствами контроллера и компьютера, а также повысить качество управления.
4. Система диагностики установки (помимо прочих средств контроля), включающая двухцветный пирометр, позволяет производить измерение температуры в области полёта частиц.
5. Двухосевой механизм перемещения плазматрона в плоскости, параллельной торцу электрода, обеспечивает оптимальное смещение факела плазмы относительно центральной оси вращения заготовки.
6. Высокопроизводительная вакуумная система, реализованная на базе механических и турбомолекулярного насосов, обеспечивает получение вакуума без масляных паров и низкое содержание газовых примесей.

КОНСТАНТИНОВ В.В., генеральный директор ОАО «Электромеханика»

КОПАЕВ В.Н., начальник сектора расчётов научно-конструкторского центра ОАО «Электромеханика»

ЛОГАЧЕВА А.И., заместитель директора – начальник отдела Института новых металлургических технологий ОАО «Композит»

ЛОГАЧЕВ А.В., начальник сектора Института новых металлургических технологий ОАО «Композит»

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

ОСОБЕННОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ ЧАСТИЦ

в процессе получения гранул методом PREP

В промышленном производстве используются различные способы, обеспечивающие получение материала в форме гранул. На рис. 1 представлены методы получения порошков (центробежное распыление расходуемой заготовки, центробежное распыление с вращающимся тиглем, газоструйное распыление, распыление растворённым водородом, центробежное распыление с электронно-лучевым нагревом), основанные на трёх способах диспергирования расплава за счёт:

- ▶ кинетической энергии газового потока;

- ▶ центробежных сил;
- ▶ энергии, освобождающейся при выделении растворённых газов в вакууме.

К числу преимуществ метода PREP следует отнести получение плотных безгазовых частиц сферической формы

Наиболее распространёнными в мире являются методы вращающегося электрода и газоструйного распыления. Газоструйное распыление характеризуется формированием частиц с внутренни-

ми полостями, заполненными инертным газом, что приводит к образованию пор. Частицы имеют неправильную геометрическую форму, высокий процент содержания кислорода (до 0,012%).

Среди различных методов получения порошков в РФ наиболее широкое распространение получил метод вращающегося электрода с плазменным нагревом (PREP), при котором вращающийся электрод подаётся в камеру распыления, где в результате оплавления плазменной дугой на торце электрода образуется жидкая плёнка металла. К числу преимуществ метода PREP следует отнести получение плотных безгазовых частиц сферической формы. Механизм каплеобразования, описанный в работе Мусиенко В.Т. «Закономерности образования гранул при центробежном распылении вращающейся заготовки», включает формирование тонкой плёнки расплавленного металла размером 20-50 мкм на торце электрода вследствие воздействия плазмы; движение жидкого металла к периферийной области электрода и образование венца, перетекание расплава в сформировавшийся на венце сферические головки; отрыв

частиц от венца при превышении сил центробежного ускорения по сравнению с силами поверхностного натяжения.

Приведённый механизм показывает, что на первом этапе формирования частицы до момента её отделения от венца, практически отсутствует её взаимодействие с газовой средой. Следовательно, исключается появление частиц с газовыми и прочими включениями. Охлаждение и кристаллизация в смеси инертных газов происходит на втором этапе. Более того, при скоростях кристаллизации свыше $10^3 - 10^4$ °C/с образуются частицы с мелкозернистой структурой. При переходе к более высоким скоростям охлаждения размеры элементов микроструктуры уменьшаются, что связано с изменением в условиях роста кристаллов.

При отрыве частицы от венца на неё действуют две силы (рис. 2): удержива-

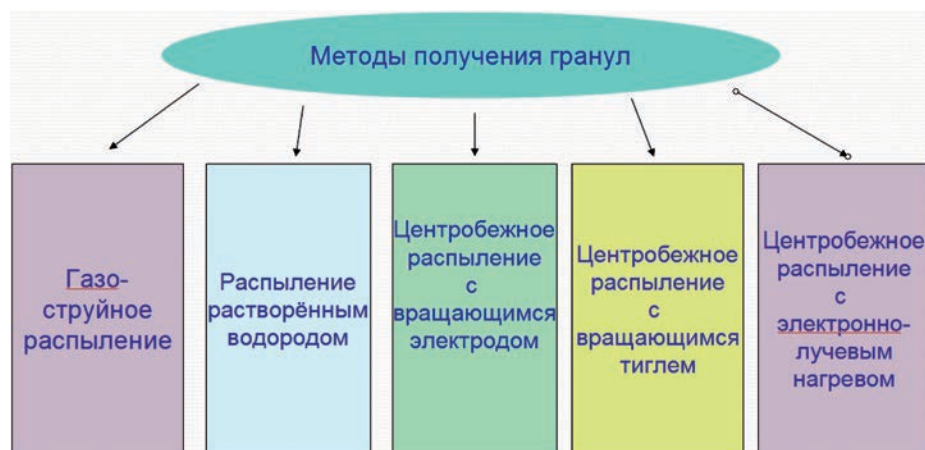


Рис. 1. Методы получения порошков

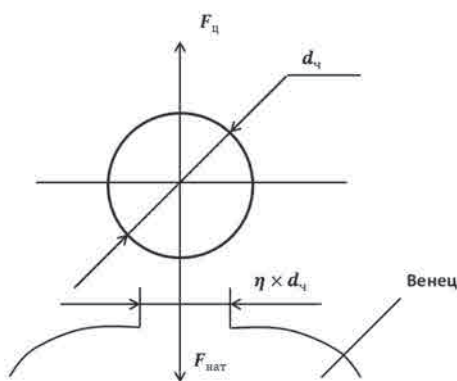


Рис. 2. Схема образования частицы

ющая сила натяжения $F_{нат}$ на перемычке размером ηd_c ($\eta = 0.8 - 1.0$) и отрывающая центробежная сила $F_{цт}$.

Массу частицы, оторвавшейся от венца, можно определить по следующей формуле:

$$m_c = \pi \rho_c d_c^3 / 6 \quad (1)$$

где

- m_c – масса частицы;
- ρ_c – плотность частицы;
- d_c – диаметр частицы.

Для отрыва частицы необходимо выполнение условия:

$$F_{цт} \geq F_{нат} \quad (2)$$

Определим силу натяжения:

$$F_{нат} = \sigma(T) \pi \eta d_c \quad (3)$$

где

- $\sigma(T)$ – коэффициент поверхностного натяжения расплава.

Коэффициент поверхностного натяжения частицы $\sigma(T)$ равен работе, необходимой для увеличения поверхности жидкости на единицу площади при постоянной температуре. Коэффициент $\sigma(T)$ зависит от свойств расплава и охлаждаемой среды. При моделировании желательно учитывать зависимость σ от температуры, которая можно определить через следующую формулу [2]:

$$d\sigma/dT = -B(\rho/\mu_M)^{2/3} \quad (4)$$

где

- T – температура;
- μ_M – молекулярная масса;
- B – постоянная [$2,1 \text{ г см}^2/(\text{с}^\circ\text{С})$].

Сила центробежного ускорения:

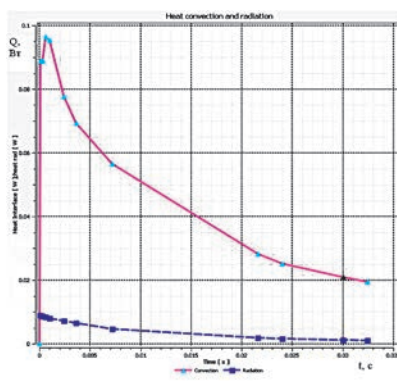
$$F_{цт} = m_c a_{цт} \quad (5)$$

где

- $a_{цт}$ – центробежное ускорение, равное:

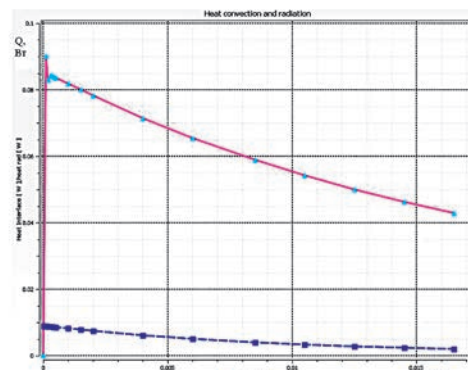
$$a_{цт} = V^2/R_3 = 2V^2/D_3 \quad (6)$$

- R_3, D_3 – радиус и диаметр заготовки;



а)

Рис. 3. Тепловые потоки во время полёта частицы (а - в среде аргона, б - в среде гелия)



б)

- V_3 – линейная скорость вращающейся заготовки.

Линейная скорость вращения заготовки связана с угловой следующей зависимостью:

$$V_3 = R_3 \omega \quad (7)$$

где

- ω – угловая скорость.

После ряда подстановок имеем:

$$F_{цт} = \pi \rho_c d_c^3 R_3 \omega^2 / 6 \quad (8)$$

Условие отрыва частицы можно представить в следующем виде:

$$\pi \rho_c d_c^3 R_3 \omega^2 / 6 \geq \sigma \pi \eta d_c \quad (9)$$

Или

$$\omega^2 \geq 6 \sigma \eta / (\rho_c d_c^2 R_3) \quad (10)$$

Отсюда:

$$\omega \geq \left(\frac{6\sigma\eta}{\rho_c R_3} \right)^{0.5} / d_c \quad (11)$$

Для получения частиц диаметром d_c необходима частота вращения заготовки n (об/мин), удовлетворяющая следующему неравенству:

$$n \geq 23.39 \left(\frac{\sigma\eta}{\rho_c R_3} \right)^{0.5} / d_c \quad (12)$$

Или, при заданной частоте вращения заготовки, можно прогнозировать диаметр получаемых частиц:

$$d_c \geq 23.39 \left(\frac{\sigma\eta}{\rho_c R_3} \right)^{0.5} / n \quad (13)$$

Полученные формулы (12) и (13) позволяют в зависимости от подхода определить частоту вращения заготовки при заданном диаметре или, наоборот, прогнозировать диаметр частиц при заданной частоте вращения заготовки.

Отвод тепла с поверхности летящей частицы в вакуумном пространстве и осуществляется излучением, длина полёта частицы при этом не зависит от её размера и может составлять несколько метров. Более интенсивная теплопередача происходит при дополнительном конвек-

тивном охлаждении капли в потоке смеси инертных газов (аргон и гелий). В этом случае длина полёта частицы, регулируемая расходом инертного газа и расположением распределителя охлаждающего газа в плавильной камере, существенно уменьшается.

В процессе охлаждения частицы теплопередача путём принудительной конвекции примерно на два порядка превосходит потери тепла за счёт излучения. Важнейшими параметрами, влияющими на скорость охлаждения частицы, являются диаметр частицы, теплопроводность газа, разность температур между частицей и газом.

На рис. 3 показаны тепловые потоки при охлаждении частицы из титанового сплава диаметром 100 мкм, вследствие конвективного теплообмена частицы с газовой средой Q_k (красный цвет) и радиационным излучением Q_p (синий цвет). График подтверждает преобладающее значение конвективного теплообмена при охлаждении частицы. Скорость охлаждения частицы в среде гелия существенно эффективнее, чем в аргоне.

Скорость охлаждения частицы можно оценить по следующей формуле [1]:

$$dT/dt = (6\lambda Nu / d_c^2 c_p \rho) (T_p - T_g) \quad (14),$$

где

- λ – теплопроводность газа;
- Nu – число Нуссельта;
- d_c – диаметр частицы;
- c_p – теплоёмкость;
- ρ – плотность;
- T_p, T_g – температуры газа и частицы соответственно.

Число Нуссельта, определяющее интенсивность конвективного теплообмена между поверхностью частицы и потоком

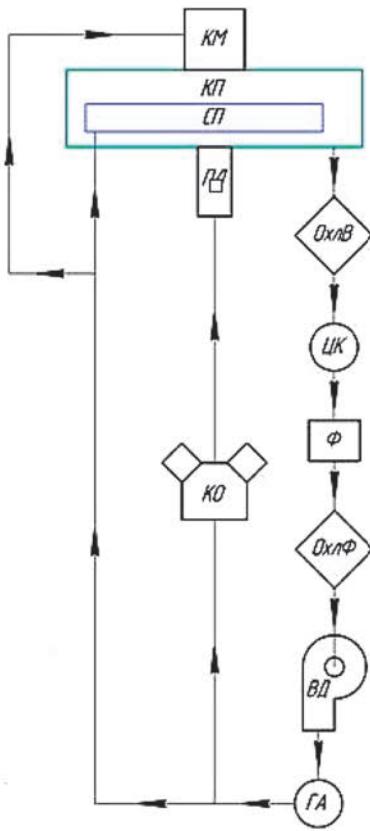


Рис. 4. Структурная схема газовой системы

газа, можно представить в следующем виде (Ландау Л.Д., Лифшиц Б.М. «Гидродинамика. Теоретическая физика»):

$$Nu = \alpha l / \lambda \quad (15)$$

где

- l – характерный размер (принимается d_4);

- α – коэффициент теплоотдачи.

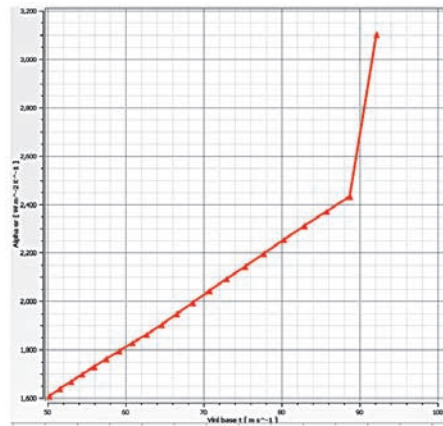
Окончательно имеем:

$$dT/dt = [6 \alpha / (d_4 c_p \rho)] (T_p - T_g) \quad (16)$$

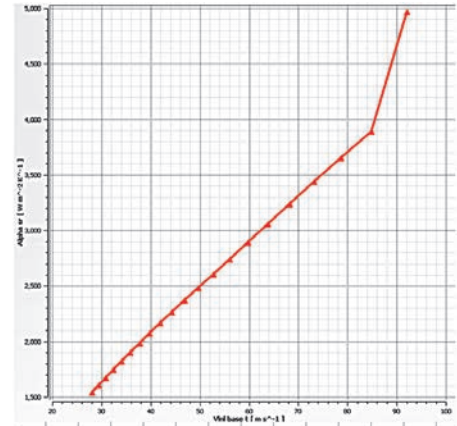
В качестве газовой среды в установке «УЦРТ-9» используется смесь газов аргона и гелия. Процентный состав смеси определяется технологией и свойствами инертных газов:

- ▶ гелий имеет значительно большую теплопроводность, чем аргон, что обеспечивает наибольшие скорости охлаждения частиц;
- ▶ аргон имеет меньший потенциал ионизации, чем гелий, что обеспечивает устойчивость дуговой разряда.

Влияние скорости охлаждения частиц расплавленного металла на характеристики микроструктуры исследованы во многих работах (Гессингер Г.Х. «Порошковая металлургия жаропрочных спла-



а)

Рис. 5. Графическая зависимость коэффициента теплоотдачи частицы от скорости полёта при различных коэффициентах турбулентности: а – $k_t = 0.1$, б – $k_t = 0.4$ 

б)

вов», Эскин Г.И. «Условия формирования недендритной структуры в слитках и гранулах лёгких и жаропрочных никелевых сплавов»).

- ▶ обычная микроструктура (при скоростях охлаждения $10^{2^{\circ}}C/c$);
- ▶ тонкая микроструктура (до $10^{4^{\circ}}C/c$);
- ▶ особая микроструктура, метастабильные фазы, аморфное состояние (свыше $10^{6^{\circ}}C/c$).

Скорость охлаждения капли зависит от вида теплоносителя, скорости движения теплоносителя относительно поверхности частицы, глубокого переохлаждения расплава внутри гранулы. Распыление при скорости охлаждения частицы до $10^{4^{\circ}}K/c$, как правило, приводит к формированию микрокристаллических и тонких дендритных структур. При переохлаждении капли можно получить гранулы недендритной структуры. Скорость охлаждения частиц может быть увеличена за счёт дополнительного конвективного охлаждения. При охлаждении со скоростью свыше $10^3 - 10^{4^{\circ}}C/c$ формируются частицы с микрокристаллической и тонкой дендритной структурой.

Газовая система, представленная на рис. 6, включает узел водяного охлаждения (ОхлВ); устройство «Циклон» (ЦК) для грубой очистки газовой смеси от частиц большого размера; фильтр тонкой очистки (Ф); узел водяного охлаждения фильтра (ОхлФ); воздухоудвка (ВД) для циркуляции газовой смеси в камере приводов (КМ) и камере распыления (КП); газоанализатор (ГА); компрессор (КО), обеспечивающий подачу газовой смеси в плазматрон (ПЛ) под давлением до 2,5 атм.

Дополнительное конвективное охлаждение реализовано на базе кольцевого спреера (СП), расположенного в камере распыления с изменяемым углом наклона форсунок диаметром 1 мм. Форсунки располагаются по окружности спреера с шагом 150 мм, их количество и расположение определяется технологией. Общее количество форсунок составляет 350 штук.

При моделировании было проведено исследование по влиянию интенсивности турбулентности на коэффициент теплоотдачи. Графическая зависимость коэффициента теплоотдачи во время полёта частицы при различных коэффициентах турбулентности приведена на рис. 5.

Выявлена чётко положительная корреляция: чем больше степень турбулентности, тем больше коэффициент теплоотдачи.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА ГРАНУЛ ТИТАНОВОГО СПЛАВА ВТ-6 ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ЧАСТОТАХ ВРАЩЕНИЯ ЭЛЕКТРОДА

Классификация фракционного состава гранул при различных частотах вращения электрода приведена в табл. 1.

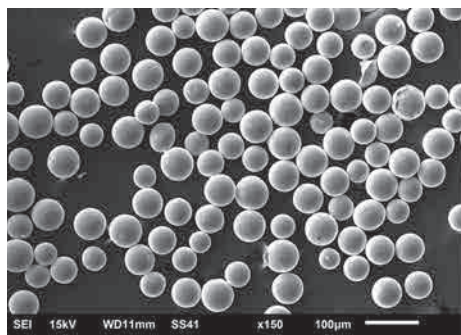
Сферические гранулы сплава ВТ-6, полученные в результате центробежного распыления на установке типа «УЦР» показаны на рис. 6а и 6б.

Кристаллизация расплава с высокой скоростью ($10^4 \dots 10^{6^{\circ}}C/c$) позволяет устранить такие явления, как возникнове-

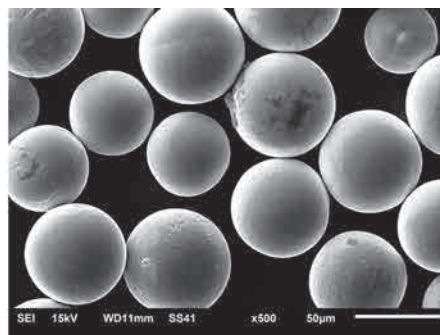
Таблица 1.

Классификация фракционного состава гранул при различных частотах вращения электрода

I, A	n, об/мин	Фракционный состав, %														
		40-64 МКМ	64-71 МКМ	71-80 МКМ	80-90 МКМ	90-100 МКМ	100-112 МКМ	112-125 МКМ	125-140 МКМ	140-160 МКМ	160-180 МКМ	180-200 МКМ	200-630 МКМ	0,63-1,6 мм	1,6-2,5 мм	>2,5 мм
1100	20800	2	4	4	3	0,5	14	4	20	40	6	2,5				
1100	18700	5,2	3,1	2,1	1	-	22,7	3,1	21,7	27,8	6,2	1	6,1			
850	5460											2,8	96,3	0,9		
850	3820											1,3	31,2	67,5		
850	2730											0,3	4,1	95,6		
850	2180											2,8	95,4	1,8		
850	1636											1,9	70,2	27,5	0,4	
850	1090											1,1	4	87,3	7,6	



а)



б)

Рис. 6. Гранулы, полученные методом распыления вращающейся заготовки (изображение б дано в увеличенном масштабе)

ние пор. В отличие от гранул, полученных методом газового распыления, изображение которых представлено на рис. 6а и 6б, следует также отметить низкое содержание газовых примесей (кислород, азот, водород), высокое качество гранул, полученных методом вращающейся заготовки.

Рассмотрим случайную величину средних диаметров гранул различных фракций ($d_{sr1}, d_{sr2}, \dots, d_{srn}$) с вероятностями p_1, p_2, \dots, p_n . Математическое ожидание – это в теории вероятности средневзвешенная величина всех возможных значений, которые может принимать эта случайная величина. В нашем случае, математическое ожидание $M[d]$ характери-

зует распределение значений диаметра гранул или вероятностей случайной величины:

$$M[x] = (d_{sr1} p_1 + d_{sr2} p_2 + \dots + d_{srn} p_n) / (p_1 + p_2 + \dots + p_n) \quad (17)$$

Общее количество фракций гранул составляет 15 (табл. 1). Следовательно, $n = 15$. Результат обработки всех экспериментальных данных по расчёту математического ожидания диаметра гранул приведён в табл. 2.

Рассмотрим степень отклонения данных диаметров от его среднего значения, или среднеквадратическое отклонение, которое определяется по следующей формуле:

$$\sigma(d_n) = \sqrt{\sum_{i=1}^{15} (d_i - M[d_n])^2} \quad (18)$$

Небольшое стандартное отклонение указывает на то, что данные группируются вокруг среднего значения, а значительное – что начальные данные располагаются далеко от него. Стандартное отклонение равно квадратному корню величины, называемой дисперсией. Она есть среднее число суммы возведенных в квадрат разностей начальных данных, отклоняющихся от среднего значения. Среднеквадратическим отклонением случайной величины называется корень квадратный из дисперсии. Результат расчёта среднеквадратического отклонения приведён в табл. 3.

Принимаем для гранул из титанового сплава:

- радиус заготовки $R_3 = 0.04$ м
- коэффициент поверхностного натяжения $\sigma = 1.558$ Н/м;
- плотность $\rho_4 = 4500$ кг/м³;
- поправка на диаметр перемычки $\eta = 0.9$;

Используя экспериментальные данные, построим логарифмическую зависимость между частотой вращения электрода и диаметром получившихся гранул. На рис. 7 данный график представлен синим цветом. После аппроксимации имеем следующую зависимость (график красного цвета):

$$y = 2.0978479 \cdot 10^6 \cdot x^{-0.97293427} \quad (19),$$

где

- x – частота вращения, об/мин;
- y – диаметр гранулы, мкм.

Преобразуем неравенство (7) к следующему виду:

$$d_u \geq C \left(\frac{\sigma \eta}{\rho_4 R_3} \right)^{0.5} n^p \quad (20)$$

После обработки статистических данных получаем:

$$d_u \geq 2.098 \cdot n^{-0.973} \quad (21)$$

По аналитической модели имеем:

$$d_u \geq 2.064 \cdot n^{-1} \quad (22)$$

Таблица 2.

Расчёт математического ожидания диаметра гранул при различных частотах вращения электрода

	dmin	40	64	71	80	90	100	112	125	140	160	180	200	630	1600	2500	
	dmax	64	71	80	90	100	112	125	140	160	180	200	630	1600	2500	10000	
n, rev/min	dsr	52	67,5	75,5	85	95	106	118,5	132,5	150	170	190	415	1115	2050	6250	m(d)
20800		1,04	2,7	3,02	2,55	0,475	14,84	4,74	26,5	60	10,2	4,75					131
18700		2,704	2,0925	1,5855	0,85	0	24,082	3,6735	28,7525	41,7	10,54	1,9	25,315				143
5460													5,32	399,645	10,035		415
3820													2,47	129,48	752,625		885
2730													0,57	17,015	1065,94		1084
2180														11,62	1063,71	36,9	1112
1636														7,885	782,73	563,75	25
1090														4,565	44,6	1789,65	475

Таблица 3.

Расчёт среднеквадратичного отклонения диаметров гранул при различных частотах вращения электрода

	dmin	40	64	71	80	90	100	112	125	140	180	180	200	630	1800	2500	
	dmax	64	71	80	90	100	112	125	140	180	180	200	630	1800	2500	6250	
n.rev/min	dsr	52	67.5	75.5	85	95	106	118.5	132.5	150	170	190	415	1115	2050	4375	$\sigma(d)$
20800		336,831	656,5381	653,2625	493,5573	84,94258	1883,028	635,7962	2176,324	2005,908	872,8787	397,3096					101
18700		1026,069	617,0324	420,9993	202,5641	0	3220,655	603,2807	2841,074	2862,615	1090,707		199,5863	847,3498			118
5460												4899,456	227,0523	1475,97			80
3820												10115,42	177892,6	11752,29			447
2730												3518,375	46635,19	295,626			225
2180													33917,59	2245,898	20814,02		239
1636													35738,19	249893,3	182937,7	7337,218	690
1090													58658,99	205973,5	239855,8	256974,3	873

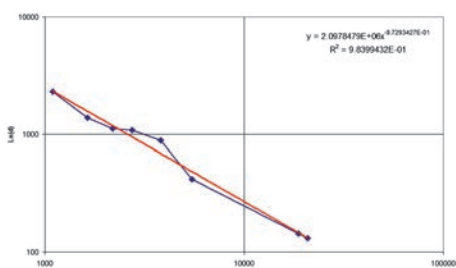


Рис. 7. Логарифмическая зависимость диаметра гранулы от частоты вращения электрода

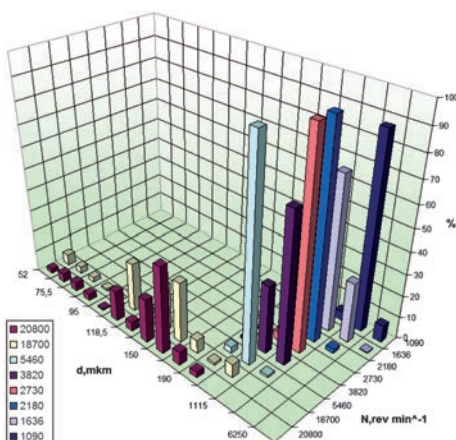


Рис. 8. Гистограмма статистического анализа фракционного состава гранул

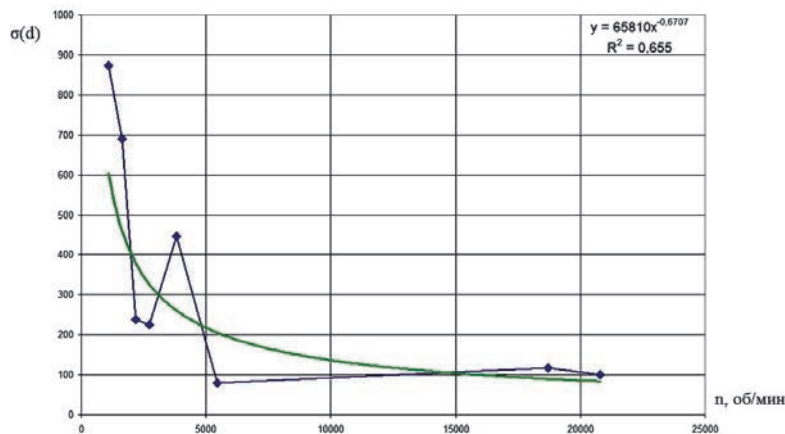


Рис. 9. График зависимости среднеквадратичного отклонения диаметров гранул от частоты вращения электрода

Таким образом, статические данные с достаточно высокой точностью подтвердили математические расчёты.

Гистограмма статистического анализа фракционного состава гранул представлена на рис. 8. В трёхмерном пространстве показана процентная зависимость количества гранул определённой фракции в зависимости от частоты вращения.

Зависимость среднеквадратичного отклонения диаметров гранул от частоты вращения электрода показана на рис. 9. После аппроксимации имеем следующую зависимость (зелёный цвет):

$$y = 65810 x^{-0.6707} \quad (23)$$

где

- x – частота вращения, об/мин;

- y – среднеквадратичного отклонения диаметров гранул.

Из рис. 9 видно, что среднеквадратичное отклонение диаметров гранул при малых частотах вращения электрода и, следовательно, больших размерах гранул, имеет наибольшее значение.

Выводы

1. Механизм каплеобразования в процессе получения гранул методом PREP показывает, что на первом этапе формирования частицы до момента её отделения от венца, практически отсутствует её взаимодействие с газовой средой. Следовательно, практически исключается вероятность получения частиц с газовыми и прочими включениями.

2. Сложность задачи охлаждения частицы определяется главным образом не столько нелинейной зависимостью теплофизических свойств газовой среды и материала частицы от температуры, сколько необходимостью совместного решения системы дифференциальных уравнений, описывающих аэродинамические и термодинамические процессы.

3. Процесс получения гранул методом PREP обеспечивается достаточно большими коэффициентами теплоотдачи вследствие турбулентных явлений, источниками которых являются: вращение электрода с большой частотой вращения (десятки тысяч оборотов в минуту); наличие большого количества зон от разлетающихся частиц; наличие генераций встречных потоков для более интенсивного охлаждения частиц; вращение частицы относительно собственной оси в полёте.

4. Статические данные с достаточно высокой точностью подтвердили аналитическую зависимость между диаметром гранул и частотой вращения электрода. Гистограмма статистического анализа фракционного состава гранул позволяет наглядно проанализировать фракционный состав гранул.

5. Среднеквадратичное отклонение диаметров гранул при малых частотах вращения электрода и, следовательно, больших размерах гранул, имеет наибольшее значение.



Фото: Андрей Никольский

ОДК РАЗРАБАТЫВАЕТ СЕРИЮ ПЕРСПЕКТИВНЫХ АВИАДВИГАТЕЛЕЙ

Заместитель министра промышленности и торговли Юрий Слюсарь в составе правительственной делегации посетил Опытно-конструкторское бюро имени А. М. Люльки. ОКБ входит в Объединенную двигателестроительную корпорацию (ОДК).

Делегация ознакомилась с работой конструкторских подразделений ОКБ и современными технологиями проектирования перспективных авиационных двигателей.

Сегодня ключевыми проектами для ОКБ имени А. М. Люльки являются создание двигателя 1-го этапа для ПАК ФА («изделие 117»), разработка перспективного двигателя 2-го этапа для ПАК ФА («изделие 30»), а также двигателя для самолетов Су-35/Су-35С («изделие 117С»), который в настоящее время находится в стадии проведения государственных испытаний.

По словам генерального директора Объединенной двигателестроительной корпорации Владислава Масалова, разработка двигателя 2-го этапа для ПАК ФА – одна из самых высокотехнологичных программ ОДК. Это двигатель поколения «5+», который создается с использованием перспективных материалов и технологий. Он будет обладать улучшенными основными параметрами – тягой и удельным расходом топлива.

«Кроме того, цифровая система управления двигателем будет полностью на российской элементной базе. В настоящее время идет разработка конструкторской документации для изготовления опытных образцов «изделия 30». В 2015 году планируем изготовить первый двигатель-демонстратор», – сказал Владислав Масалов.



В РЫБИНСКЕ ОТКРЫЛСЯ ЗАВОД ПО ПРОИЗВОДСТВУ ГАЗОВЫХ ТУРБИН

В Рыбинске состоялось открытие завода «Русские газовые турбины», который является совместным предприятием General Electric, «Интер РАО» и Объединенной двигателестроительной корпорации (ОДК).

Ожидается, что в первые годы предприятие будет выпускать до шести турбин ежегодно, максимальная мощность завода составит до 20 установок в год, пишет информационное агентство ТАСС.

Две первые установки 6FA, предназначенные для поставки предприятиям «Роснефти», будут собраны уже в 2015 году.

Как отметил глава «Интер РАО» Борис Ковальчук, компания планирует разместить заказы для реализации проектов в Южной Америке (в частности, в Эквадоре и Аргентине), а также, возможно, в Калининграде. Также, по оценке Бориса Ковальчука, спрос на такие газовые турбины должен вырасти примерно к 2018 году, когда будет закончена реализация масштабных проектов в рамках договоров о предоставлении мощности.

Генеральный директор «Русских газовых турбин» Надежда Изотова прокомментировала, что предприятие рассчитывает в течение пяти лет довести локализацию комплектующих до 50%. В свою очередь, президент General Electric в России и странах СНГ Рон Поллет отметил, что локализация может достичь и 80%.

Установки типа 6FA широко применяются в электрогенерации, районном теплоснабжении и промышленной когенерации. КПД турбины в комбинированном цикле превышает 55%.



САМОЛЕТ «СУХОЙ СУПЕРДЖЕТ-100» ПЛАНИРУЮТ ПРОДАВАТЬ В КИТАЕ

«Гражданские самолеты Сухого» планируют запустить продажи самолета «Сухой Суперджет-100» (Sukhoi Superjet-100, SSJ-100) на китайском рынке.

«Сейчас наши самолеты эксплуатируются в Мексике, где климатические и географические условия очень схожи с китайскими. Это дает нам основание полагать, что SSJ-100 подходит для КНР», – цитирует вице-президента «Гражданских самолетов Сухого» Игоря Сырцова информационное агентство ТАСС.

«Для китайских заказчиков может быть полезным опыт мексиканской авиакомпании «Интерджет» (Interjet), которая успевает подготовить наш самолет к следующему полету за 25 минут после посадки», – добавил Игорь Сырцов.

«По оценкам китайских экспертов, в ближайшие 10-15 лет спрос на среднемагистральные самолеты в КНР может составить около 1 тыс. единиц. Мы намерены побороться за 30% этого объема» – отметил вице-президент компании.

Компания планирует продвигать самолеты вместимостью 100 мест, сегмента «лоукост».

Дмитрий Сырцов выразил надежду, что первый самолет будет поставлен китайскому заказчику уже в ближайшие годы. Однако для этого предварительно предстоит решить ряд вопросов.

За всю 75-летнюю историю существования «Электромеханики» на предприятии работало и работает немало людей, о которых говорят: «Они – гордость завода, золотой фонд предприятия». Эти люди – высококвалифицированные специалисты, прекрасно знающие свое дело и душой болеющие за производство, за свой завод. Как правило, они отработали не одно десятилетие в своем коллективе и завоевали непререкаемый авторитет своим ответственным и творческим отношением к делу.

МАСТЕР СВОЕГО ДЕЛА



Одним из таких уважаемых специалистов по праву считают слесаря механосборочных работ сборочного производства Анатолия Виноградова. На «Электромеханику» Анатолий Павлович пришел в июне 1977 года. В отделе кадров его направили в цех № 2 (ныне сборочное производство) слесарем механосборочных работ 2-го разряда. Некоторый опыт по этой специальности у него уже имелся, так как ранее он трудился сборщиком в войсковой части (514-й Авиаремонтный завод). Но там занимался только сборкой, здесь же Виноградову приходилось выполнять и другие слесарные работы. Новичок сразу обратил на себя внимание своим трудолюбием, исполнительностью, упорством, умением разобраться в возникающих сложных ситуациях.

Шли годы. Копился опыт, росло мастерство. За то время, в течение которого Анатолий Павлович работает в одном и том же цехе (в скобках заметим, что он не ушел с завода в самые трудные годы!), этот человек в совершенстве освоил профессию слесаря механосборочных работ, имеет 5-й квалификационный разряд. Как одному из самых опытных работников, ему доверили возглавить бригаду слесарей-сборщиков.

Виноградов производит сборку серийных и опытных образцов электронно-лучевого, термического и сварочного оборудования, в последнее время – это установки «УЦР», в том числе «УЦРТ-9», «УППФ», «АПН-250» и другие. Нередко ему приходится выезжать в служебные командировки для монтажа и запуска в эксплуатацию нашего оборудования на предприятиях страны и за рубежом. А география этих поездок весьма обширна. Это Иркутск, Ульяновск, Воронеж, Москва, Санкт-Петербург, Уфа, Пермь, Ейск, Нижний Новгород и даже Шэньян (КНР).

За высокие производственные показатели Анатолию Павловичу присвоены звания «Почетный работник ОАО «Электромеханика» (в 2009-м году), «Лучший слесарь механосборочных работ», «Ветеран труда предприятия» (2003 год). Также этот мастер своего дела награжден Почетной грамотой главы города Ржева и Почетными грамотами предприятия, а его портрет неоднократно заносился на Доску Почета завода.

В те годы, когда предприятия города оказывали шефскую помощь колхозам и совхозам, Виноградов, освоив профессию тракториста и комбайнера, выезжал

на сельхозработы в подшефный совхоз. И там он тоже был на самом хорошем счету. В итоге ему в течение нескольких лет подряд присваивали звание «Лучший механизатор сельского хозяйства».

А в этом году, в канун 75-летия «Электромеханики», Анатолию Павловичу Виноградову указом Президента РФ было присвоено звание «Заслуженный машиностроитель Российской Федерации». 24 сентября на торжественном заседании в честь Дня машиностроителя эта награда была вручена ему губернатором Тверской области Андреем Владимировичем Шевелевым.

Анатолий Павлович – человек с активной жизненной позицией. Он участвует в общественной и спортивной жизни завода. Когда-то играл за команду «Торпедо» и команду льночесальной фабрики в свой любимый футбол, долгие годы защищал спортивную честь своего цеха в летних и зимних спартакиадах, проводимых «Электромеханикой», в соревнованиях по футболу и мини-футболу. А кроме того, он – коммуникабельный и тактичный человек, отзывчивый и жизнерадостный, и окружающим с ним легко. Товарищи по работе его ценят и уважают еще и за это.

ДОСТАВИТЬ ГРУЗ – ДЕЛО ТЕХНИКИ!

Для предприятия, промышленного, торгового и любого другого, транспортный вопрос является не просто обязательным, а одним из самых важных. Доставить материалы для собственного производства или готовую продукцию до заказчика, при этом будучи уверенным в соблюдении сроков и сохранности груза – эти моменты требуют особого внимания. И хорошо, если есть проверенный надежный партнер, который возьмет эту задачу на себя. Таким для многих компаний является организация «Ржевтранссервис», которую возглавляет **Роман Крылов**.



В апреле нынешнего года «Ржевтранссервису» исполнилось 10 лет.

– Мы начинали с пассажирских перевозок, – поясняет Роман Сергеевич, – и только в 2006 году, когда стало понятно, что заказы на грузоперевозки востребованы, приобрели первый большегруз «Skania». Вначале осваивали небольшие расстояния: Москва, Санкт-Петербург, постепенно стали участвовать в тендерах на грузоперевозки, предлагая свои услуги по транспортировке оборудования, металлоконструкций, железобетонных изделий. Наш первый выигранный конкурс был связан с реконструкцией трассы «Балтия» в 2007 году – туда требовались стройматериалы. Постепенно

стали браться за более сложные заказы, перевозить продукцию дорогостоящую и требующую особых условий транспортировки, причем в любое время года, и осваивать дальние расстояния, вплоть до Урала и Сибири. Стали появляться постоянные заказчики, и от разовых договоров с ними мы перешли к постоянному партнерству. Такими, например, стали Каменская бумажно-картонная фабрика (Кувшиново), целлюлозно-бумажный завод в Гатчине, ОАО «514 Авиаремонтный завод», ОАО «Ржевский краностроительный завод», ЗАО «ДКС» (Тверь) группа компаний «Sika». И, конечно, ОАО «Электромеханика».

С ростом производства «Sika» в Ржеве и расширением ассортимента выпуска-

емой им продукции (зачастую по заказу этой компании требовалось перевозить различные химсоставы, требующие особой температуры при транспортировке) мы стали расширять свои возможности: у нас появились рефрижераторные прицепы. И получили заказ на перевозку стройматериалов на стоящие к Олимпиаде в Сочи объекты.

В 2008 году «Ржевтранссервис» стал закупать спецтехнику, потребность в услугах которой выросла. В арсенале появился 25-тонный автокран, экскаватор. И автобус, так как предприятие продолжало заниматься пассажироперевозками. А поскольку по задачам и комплектации техника была разная, встал вопрос о ее обслуживании и снабжении запчастями.



Тогда был открыт магазин по продаже запасных частей для грузовых и легковых автомобилей.

Сегодня в штате ООО «Ржевтранс-сервис» 16 человек. В их числе – диспетчер, автомеханики (поскольку ремонт техники предприятие осуществляет на своей собственной базе), водители.

На вопрос о сложности заказов Роман Крылов вспоминает перевозку вакуумной печи для нанесения специальных покрытий на элементы солнечных батарей, которую ОАО «Электромеханика» спроектировала и изготовила по заказу латвийской компании «Sidrabe». Назвать эту транспортировку непростой значит не сказать ничего. Это за границей для подобных процедур достаточно одного согласования. В России же приходится каждый участок и населенный пункт по документам проходить отдельно и получать разрешения не в одной, а в нескольких инстанциях. Кроме того, дело было зимой – надо ли пояснять, с какими дорожными условиями пришлось иметь дело? Город Ржев к провозу таких тяжелых и габаритных грузов (длина камеры 14 метров, ширина 4 метра, высота 4,5 метра, а общий вес 76 тонн) не приспособлен. Решения о способе провоза принимались на ходу. Время выбрали раннее – утром движения меньше. Потому что для того чтобы тяжеловес прошел на трассу «Балтия», потребовалось перекрыть движение во всем городе полностью, ведь машина



занимала обе стороны дороги. Маршрут рассчитывали с точностью до метра, а момент, когда машина при подъеме в гору начала пробуксовывать, заставил испытать несколько неприятных моментов, и не только водителю – сложно предположить масштаб последствий, которые могли бы возникнуть, если бы машина, с масштабным грузом весом в несколько десятков тонн, потеряла управление... Но все, благодаря мастерству водителя и возможностям автомобиля, прошло в штатном режиме: на трассу груз вывезли, довели с сопровождением ГИБДД до Себежа и далее передали под опеку встречающей стороны.

Когда перевозили секции теплообменного устройства стенда для испытаний гиперзвуковых двигателей, сделанных по заказу ЦИАМ на ОАО «Электромеханика» (а каждая такая секция – более 4,5 метров в диаметре!), водителю пришлось две недели сидеть и ждать разрешения на провоз этого груза через Москву.

Такие грузы уже не редкость, и компания продолжает браться за подобные заказы и выполнять их по всей России и ближнему зарубежью.

ООО «Ржевтранссервис» сегодня, со своей технической базой в виде седельных тягачей, специальной техники, автобусов и микроавтобусов, выполняет работу по перевозке сложных грузов, химсоставов, стройматериалов, металло- и железобетонных конструкций, а также продуктов питания по заказу крупнейших торговых сетей. А география перевозок, которая сегодня охватывает пространство от Сочи до Мурманска и от Пскова до Красноярска, расширяется: в ближайших планах, говорит директор, поездки в Комсомольск-на-Амуре.



ДЬЯКОВ В.В., технический директор ОАО «Электромеханика»
СОКОЛОВ Ю.А., заместитель технического директора
 ОАО «Электромеханика»
ПОГАНКИН Ю.М., начальник отдела термического оборудования
 научно-конструкторского центра ОАО «Электромеханика»

ТЕРМИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

ОАО «Электромеханика» производит большой ряд термического оборудования на базе модульного принципа, включая:

- ▶ вакуумные установки для обработки изделий из титановых сплавов;
- ▶ агрегаты аэродинамического нагрева для термообработки лёгких и цветных металлов;
- ▶ индукционные печи для нагрева блоков керамических форм;
- ▶ вакуумные высокотемпературные установки с нагревателями из композиционных материалов для обработки изделий из жаропрочных сплавов;
- ▶ электрические печи сопротивления для обработки алюминиевых сплавов;
- ▶ вакуумные установки для закалки и отпуска изделий, вакуумные установки для карбонизации и силицирования (пропитка жидким кремнием) изделий из композиционных материалов методом дождевания при температурах до 2000°C.

Каждая термическая установка проектируется с учётом индивидуальных требований заказчика. Печи могут иметь горизонтальное и вертикальное исполнение.

ВАКУУМНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ТИТАНОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Вакуумные печи типа «ПВ» предназначены для реализации операции вакуумного отжига крупногабаритных сварных конструкций. ОАО «Электромеханика» с 2001 года разрабатывает и изготавливает вакуумные литейные установки нового уровня для отжига титановых изделий типа «ПВ-900».

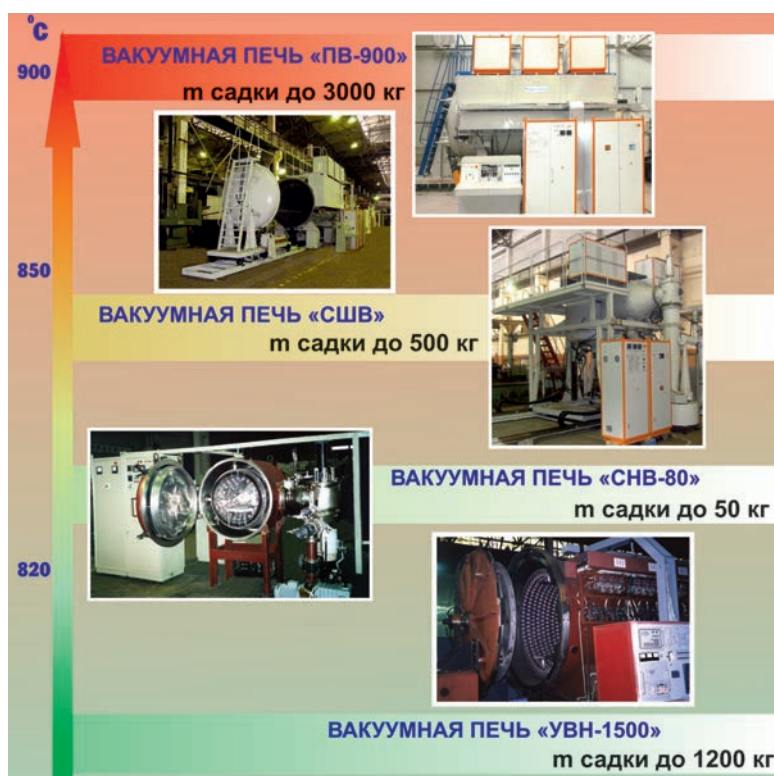
Установка «ПВ-900» является дальнейшим развитием установок «УВН-1500», «УВН-15.45/8,5» и «ПВ-850». Новый подход к проектированию установки «ПВ-900» предусматривает существенные изменения в конструкции установки, вакуумной системе, системе охлаждения и АСУ ТП, что позволяет существенно расширить технологические возможности, повысить технический уровень и надёжность.

Рабочая камера вакуумных термических установок нового поколения «ПВ-900/4000» и «ПВ-900/8000» имеет цилиндрическую форму (внутренний диаметр 2500 мм) и выполнена на базе модульного принципа с возможностью пропорционального изменения размеров. С одной стороны камера закрывается задней крышкой, прикрепленной болтовым соединением, и передней крышкой с другой стороны. Передняя крышка устанавливается на тележке и присоединяется к камере нагрева с помощью пневматических прижимов, закрепленных на корпусе камеры.

Внутри камеры располагаются нагревательные секции с экранной изоляцией и нагревателями. На крышках камеры также установлена экранная теплоизоляция. С одной стороны камеры нагрева, вдоль ее продольной оси, на уровне пола цеха располагается рельсовый путь, на котором устанавливается тележка, которая осуществляет загрузку и выгрузку термообрабатываемых изделий в камеру нагрева. По направляющим, расположенным в камере нагрева секции, нагревательные



Классификация термического оборудования



Классификация вакуумного оборудования для термической обработки изделий из титановых сплавов

на роликах закатываются внутрь. В корпусе камеры нагрева имеются отверстия для крепления водоохлаждаемых опор, на которые устанавливаются направляющие под роликоопоры.

Печь вакуумная «ПВ-900» предназначена для реализации операции вакуумного отжига крупногабаритных сварных конструкций. Вакуумный отжиг титановых конструкций обеспечивает: снижение

содержания водорода до безопасного уровня и, как следствие, устранение склонности металла к водородной хрупкости; снятие нежелательных остаточных напряжений; максимально возможное сохранение циклической прочности; нанесение защитных плёнок; предотвращение наводораживания в процессе эксплуатации; сохранение геометрии отжигаемого изделия.



Участок вакуумных термических печей («УВН-1500М», «УВН-1545М», ПВ-850», «СШВ-8»), г. Шеньян, КНР

Необходимость вакуумного отжига диктуется следующими специфическими особенностями титановых сплавов: высокой склонностью к водородному замедленному разрушению; чувствительностью к остаточным растягивающим напряжениям, которые из-за направленной диффузии водорода могут привести к замедленному хрупкому разрушению; повышенной чувствительностью к концентраторам напряжений; неблагоприятным влиянием альфированной поверхности на ресурсные характеристики детали; значительным влиянием структуры материала на служебные характеристики конструкции.

К новым решениям установки «ПВ-900» можно отнести:

- ▶ размещение вакуумной системы в торце задней крышки вдоль продольной оси камеры нагрева, обеспечивающее эффективную откачку в пространстве между поверхностью камеры и секциями нагрева;
- ▶ новую конструкцию уплотнения токовых подводов, существенно снижающую вероятность возникновения микроуду;
- ▶ увеличение зон управления нагревом, повышающее управляемость градиентом температуры по длине камеры;
- ▶ уменьшение количества нагревательных секций, снижающее теплопередачу на внешнюю оболочку и, следовательно, тепловые потери;
- ▶ сферическую форму доннышек на торцевых крышках, снижающую влияние охлаждаемых поверхностей на рабочую камеру, что уменьшает металлоёмкость и обеспечивает высокие энергетические показатели рабочей камеры;
- ▶ увеличение скорости охлаждения с использованием охлаждённой газовой смеси, прокачиваемой через внешний теплообменник;
- ▶ построение вакуумной системы на базе форвакуумного и высоковакуумных постов, оснащённых измерительными средствами давления и системой управления на базе микроконтроллера;
- ▶ наличие пневматических клапанов, обеспечивающих безопасную работу при аварийных ситуациях;

- ▶ применение в вакуумной и газовой системах хладоновых ловушек, снижающих парциальное давление углеводородов в камере установки;
- ▶ наличие узла подготовки воздуха и ресивера в составе пневматической системы;
- ▶ повышение надёжности измерения и контроля температуры благодаря использованию двух термопар в каждой зоне камеры, автоматический переход управления температурой с одной термопары на другую;
- ▶ увеличение диаметра нагревателей до 12...13,5 мм снижает величину напряжения в камере и, как следствие, повышает безаварийность и увеличивает ресурс их работы (напряжение на нагревателях снижено до 50V при максимальной скорости подъёма температуры);
- ▶ разделение контуров охлаждения рабочей камеры и механизмов вакуумной системы;
- ▶ высокий уровень информационного обеспечения оператора и технолога: диагностика работы насосов по температуре, контроль воды в 57 точках, аварийная звуковая и световая сигнализации, набор блокировок при некорректных действиях оператора, цифровая и графическая визуализация параметров технологического процесса, переход установки в безопасное состояние при возникновении внештатных ситуаций;
- ▶ эффективную систему контроля водяного охлаждения, реализованную на базе датчиков «ДКВ» и блока контроля протока и температуры воды «БКВ».

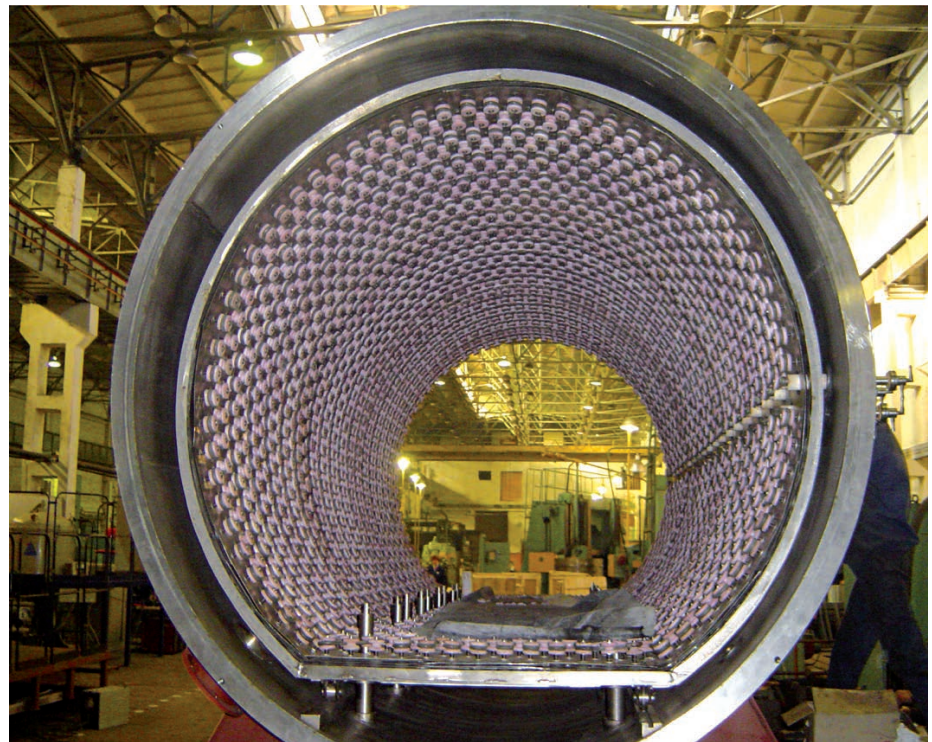
Система управления (СУ) установки «ПВ-900» построена на базе промышленного компьютера (верхний уровень) и программируемого логического контроллера (ПЛК) Direct Logic (нижний уровень).

Система управления обеспечивает работу установки в нескольких режимах: «Наладка», «Ручное управление», «Программирование», «Автоматический».

В режиме «Наладка» управление механизмами установки осуществляется от мнемопанели пульта оператора. Режим реализован аппаратно, без контроллера, используется только при пуско-наладоч-



Общий вид «ПВ-900»



Секция нагрева «ПВ-900»

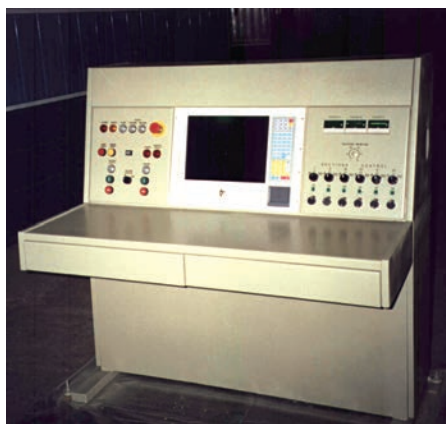
ных, ремонтно-профилактических работах и внештатных ситуациях.

Режим «Ручное управление» реализован на базе контроллера и обеспечивает безопасную эксплуатацию установки с соблюдением всех блокировок. Режим обеспечивает завершение автоматизированного цикла в случае его сбоя.

Режим «Программирование» обеспечивает просмотр, ввод и редактирование

программ нагрева с любым количеством участков в графическом и цифровом виде. Оператор имеет возможность визуального контроля управляющей программы. Хранение программ организовано на жёстком диске промышленного компьютера.

Автоматический режим реализует рабочий цикл термической обработки при условии ввода оператором паспортных данных на изделия.



АРМ оператора

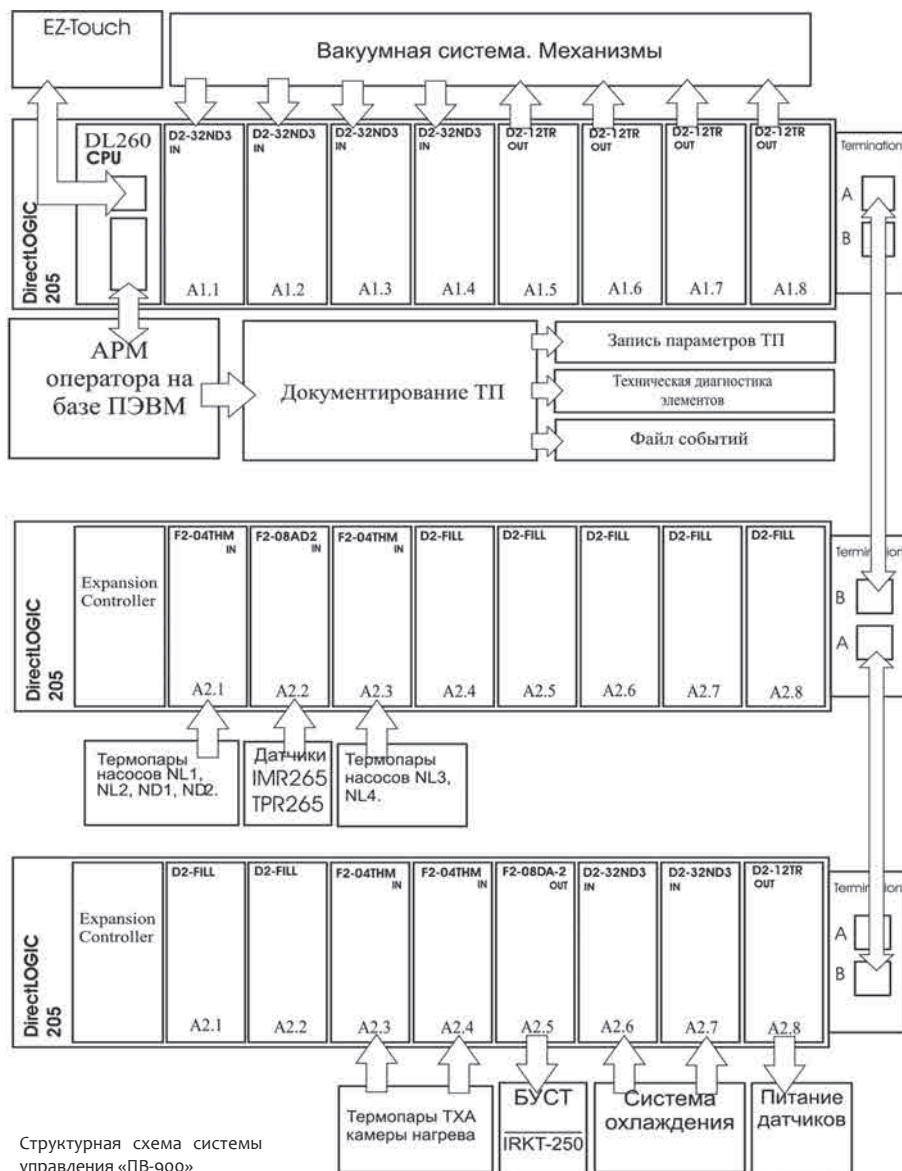
СУ конструктивно состоит из следующих частей:

- ▶▶ шкафа силовой автоматики;
- ▶▶ шкафа управления нагревом и вакуумной откачкой;
- ▶▶ автоматизированного рабочего места оператора на базе персонального компьютера.

СУ интегрирует весь поток информации: организацию интерфейса с оператором и технологом (терминальная задача); последовательно-параллельное управление механизмами вакуумной системы (логическая задача); программное управление процессом нагрева (технологическая задача), идентификацию состояния технологической системы (диагностическая задача), документирование технологического процесса (архивная задача), математическое моделирование технологического процесса (задача оптимизации), диспетчеризацию приведённых выше задач (системная задача).

Программное обеспечение ПЛК обеспечивает многоконтурное регулирование температуры с любым количеством участков управляющей программы по ПИД-закону, расширенный диапазон изменения скорости нагрева и охлаждения от 25 до 200 градусов в час, адаптивное управление нарастанием температуры с организацией обратной связи по давлению – остановка нагрева до набора рабочего вакуума.

Алгоритм управления процессом вакуумного отжига, учитывающий обратные связи по давлению и температуре в рабочей камере, минимизирует нестабильность процесса, обеспечивает существенное уменьшение потребляемой мощ-



Структурная схема системы управления «ПВ-900»

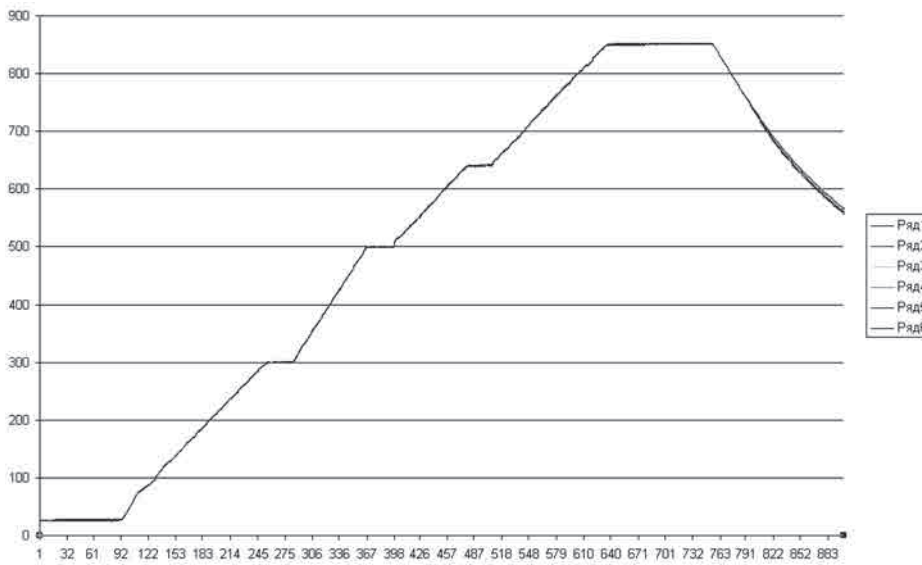
ности и экономию электроэнергии.

Титановые сплавы обладают высокой удельной прочностью, коррозионной стойкостью, термостойкостью, достаточной технологичностью (свариваемость, обрабатываемость давлением, литейные характеристики). В отличие от водорода, другие газовые примеси (кислород, азот) из титана и его сплавов вакуумным отжигом удалить нельзя. В определённых условиях водород является полезным легирующим элементом - снижает напряжения течения металла и предельную степень деформации при горячей обработке давлением.

Рекомендованные научными институтами режимы вакуумного отжига носят общий характер. Поэтому их не-

обходимо корректировать для каждого технологического процесса. Температура вакуумного отжига не должна быть слишком низкой по двум причинам. Во-первых, при низких температурах диффузионная подвижность водорода очень мала, и требуется нереально большое время для достаточно полного удаления водорода из материала. Во-вторых, на поверхности титана и его сплавов всегда есть оксидная плёнка, которая препятствует выделению кислорода. Оксидная плёнка начинает растворяться в титане и его сплавах при температурах выше 500-600°C.

Температура вакуумного отжига не должна быть слишком высокой. При температурах выше 800-900°C начинается испарение летучих легирующих



Графическая визуализация процесса отжига титановых конструкций в реальном масштабе времени на мониторе компьютера

элементов из поверхностного слоя деталей и конструкций. При температурах выше 950-1000°C развивается вакуумное растравление поверхности, что ухудшает её качество из-за увеличения шероховатости.

Определяющим моментом при расчёте режима вакуумного отжига является снижение концентрации водорода до величины, при которой отсутствуют явления водородной хрупкости.

Величина равновесного давления P_p над металлом при небольших концентрациях водорода описывается уравнением Бореллиуса:

$$P_p = \psi C^2 \exp \frac{\Delta \bar{H}}{RT}$$

- где
- ψ – коэффициент, зависящий от энтропии;
 - ΔH – теплота растворения водорода в металле,
 - R – универсальная газовая постоянная;
 - T – температура;
 - C – концентрация газа в металле.

Давление, обеспечиваемое вакуумной установкой «ПВ», можно принять за равновесное давление водорода в уравнении Бореллиуса. Параметры ψ и ΔH определяются по экспериментальным данным. Зная значения концентрации газа в металле C , можно определить температуру вакуумного отжига.

Время снижения содержания водорода от исходной C_0 до конечной концентрации на половине толщины можно приближённо оценить по уравнениям:

для цилиндра

$$\tau = \frac{r^2}{5,78D} \ln \frac{C_0 - C_p}{C_k - C_p}$$

для плиты или листа

$$\tau = \frac{h^2}{\pi^2 D} \ln \frac{C_0 - C_p}{C_k - C_p}$$

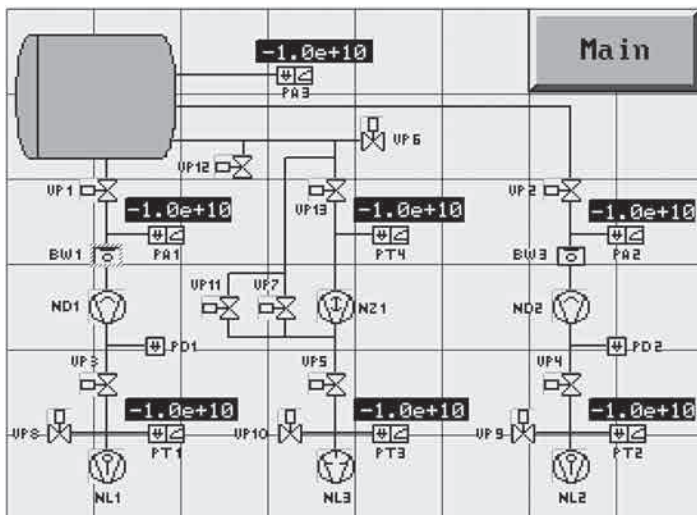
где

- r – радиус цилиндра;
- h – толщина плиты (листа);
- D – коэффициент диффузии водорода в металле;
- C_p – равновесная концентрация водорода в соответствии с уравнением Бореллиуса.

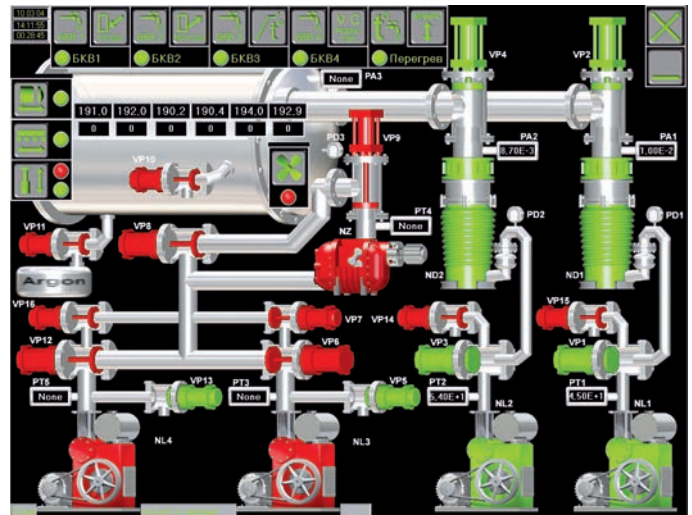
Таким образом, формируются необходимые параметры программы нагрева: температура отжига и время выдержки. Скорость нагрева и охлаждения определяется из необходимости поддержания вакуума и сохранения геометрической формы конструкций.

Терминальная задача в составе системы управления термической установкой во многом определяет функциональные возможности и удобство управления. К верхнему порту процессорного модуля подключена сенсорная панель EZTouch, программное обеспечение которой обеспечивает многооконный интерфейс оператора.

Для визуального наблюдения за состоянием механизмов вакуумной схемы и значениями контролируемых параметров



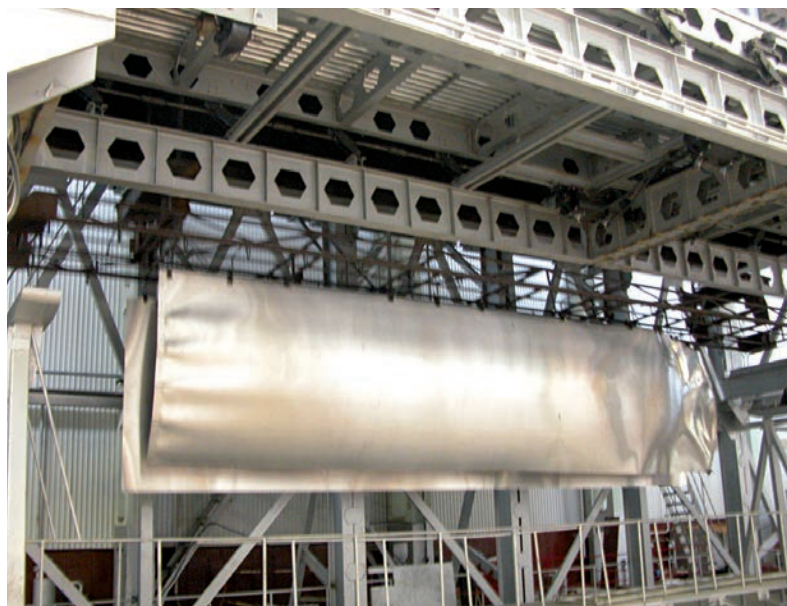
Окно «Вакуумная система» на сенсорной панели EZTouch



Интерфейс автоматизированного рабочего места оператора



Внешний вид агрегата «АРТН-13,5»



Загрузка изделия

используется мнемосхема установки, на которой отображается динамика процесса отжига.

Условное деление установки на функционально-законченные блоки и контуры управления позволило разработать набор мнемосхем с простым механизмом их переключения.

Программное обеспечение верхнего уровня обеспечивает:

- ▶ симуляцию работы установки в автоматизированном режиме;
- ▶ симуляцию процесса вакуумной откочки на базе математической модели;
- ▶ удобный многооконный интерфейс «оператор-система», в котором реализован простой доступ к информации и средствам управления «нажал и смотри» (Click & Play);
- ▶ формирование архивного и аварийного файлов, файла событий;
- ▶ советчик оператора;
- ▶ коррекцию настроек регуляторов температуры;
- ▶ диагностику достоверности текущих значений температуры и вакуума;
- ▶ регистрацию и хранение параметров технологического процесса с привязкой к конкретному изделию и реальному времени;
- ▶ конвертирование сформированной базы данных в формат таблицы Excel;
- ▶ вывод на принтер паспорта на прове-

денный процесс;

- ▶ сигнализацию при отклонениях технологического процесса: нарушение охлаждения, обрыв термопар, отклонение параметров вакуумной системы;
- ▶ применение алгоритмов нечёткой логики при формализации операций управления элементами вакуумной системы, позволяющее имитировать действия опытного оператора при возникновении внештатных ситуаций;
- ▶ автоматическое измерение натекания рабочей камеры;
- ▶ контроль событий, ошибок и аварийных ситуаций с записью на электронный носитель с функциями «чёрного» ящика.

АГРЕГАТ РЕЦИРКУЛЯЦИОННО- ТЕРМИЧЕСКОГО НАГРЕВА «АРТН-13,5»

Агрегат рециркуляционно-термического нагрева «АРТН-13,5», предназначенный для проведения термической обработки изделий длиной до 13 метров, содержит камеру, нагревательные элементы, набор экранов, дверь, механизмы загрузки-выгрузки изделий, закалочную ванну.

В агрегате применён способ нагрева, выполненный на совмещённом применении систем, построенных на разных физических принципах.

Первая система – система рециркуляционного нагрева (принцип аэродинамических потерь). Обеспечивает равномерный прогрев рабочего объёма печи за счёт вращения роторов, обеспечивающих молекулярное трение в атмосфере.

Вторая система – печь сопротивления, смонтированная равномерно между стенками камеры и экранами. Обеспечивает передачу больших значений энергии в объём печи и, как следствие, реализацию технологических процессов с большими скоростями изменения температуры, а также высокую скорость реакции на внешние возмущения.

Применение теплоизоляционных секций камеры печи нагрева в отличие от традиционной схемы кирпичной кладки позволило:

- ▶ сократить время на монтаж печи;
- ▶ значительно уменьшить теплоёмкость печи, повысив тем самым управляемость за счёт снижения инерционности технологического процесса.

«АРТН-13,5» имеет 12 регулируемых зон. Нагрев производится в воздушной среде. Система нагрева реализована на базе нихромовых нагревателей ленточной зигзагообразной конструкции и общей мощностью 820 кВт. Нагреватели выполнены съёмными для удобства эксплуатации. Регулирование нагревательными элементами – тиристорное.

Между нагревателями и загружен-



Структурная схема системы управления печи «АРТН-13,5»

ным изделием установлен экран. Для равномерного распределения температуры в рабочем пространстве агрегата на отдельной эстакаде сверху печи установлены центробежные вентиляторы, по одному на зону. Максимальная температура в камере нагрева – 550°C, допустимый перепад по зонам составляет не более $\pm 3^\circ\text{C}$. Для регулирования и контроля температуры нагрева в каждой зоне расположены по 2 термопары.

Футеровка печи выполнена на базе нового промышленного теплоизоляционного материала типа ИЗОМАТ. Его слой толщиной 50 мм обеспечивает снижение температуры до 105°C на внешней стороне агрегата.

Таким образом, волокнистый материал эффективно заменяет огнеупорный кирпич. Материал обладает уникальными эксплуатационными и технологическими свойствами: небольшим удельным весом, стойкостью к высоким температурам, низкой теплопроводностью, минимальной аккумуляцией тепла, устойчивостью к щелочам и кислотам, несгораемостью,

хорошей фильтрующей способностью и долговечностью. ИЗОМАТ стабильно работает при термоударах и перепадах температур.

В агрегате «АРТН-13,5» применяются плиты КТП из серии материалов ИЗОМАТ, которые изготавливаются из огнеупорного волокна с добавлением неорганического связующего методом вакуумного прессования. Линейные и объёмные усадки такого материала при нагреве до 700°C составляют не более 2% по массе. Максимальная температура кратковременного применения (не более 1 часа) для плит КТП – 1250°C. Теплопроводность при 600°C - не более 0,13 Вт/м К. Сорбционная влажность за 24 часа – не более 1–3% по массе.

Между каркасом и слоем ИЗОМАТа находится слой минеральной ваты толщиной 80 мм. Такая комбинированная изоляция позволила существенно снизить вес и габариты установки по сравнению с аналогами, выполненными из кирпичной кладки, а также уменьшить расход электроэнергии.

Для закрытия и герметизации рабочего проема печи служит откатной под с механизмом прижима. Загрузку и выгрузку изделий из рабочего пространства агрегата обеспечивает специальное устройство, которое имеет привод для опускания корзины из рабочей камеры в закалочный бак. Опускание производится за 15 секунд после отката пода.

В конструкции закалочного бака имеются устройства барботаж, охлаждения воды (подвод в бак холодной воды), подогрева воды и слива излишков. Бак имеет откатную крышку с приводом.

Система управления (СУ) установки, построенная по структуре PLC-PC, включает логический программируемый контроллер Direct Logic и промышленный компьютер с сенсорным монитором.

Контроллер принимает сигналы от термопар, измеряющих температуру во всех 12 зонах печи. Каждый сигнал подвергается стандартной математической обработке: контроль на достоверность, масштабирование, выбраковка ложных измерений. Регулятор для управления нагревом печи реализован на базе тиристорных модулей и блока управления тиристорами, который обеспечивает числоимпульсный режим управления и защитное отключение нагрузки при превышении тока.

Программное обеспечение контроллера обеспечивает поддержание температуры по 12 зонам на участке «полочка» по пропорциональному закону регулирования. Алгоритм обеспечивает выравнивание температуры по всем зонам с точностью 1 ... 2°C, что для печи с объёмом более 100 м³ является хорошим результатом.

Агрегат обеспечивает высокий уровень информационного сопровождения оператора и технолога: контроль воды, аварийная звуковая и световая сигнализации, набор блокировок при некорректных действиях оператора, цифровая и графическая визуализация параметров технологического процесса, переход установки в безопасное состояние при возникновении внештатных ситуациях. При возникновении ошибки на мониторе компьютера появляется окно, в котором отображается код ошибки, описание ошибки, рекомендации оператору.

КАДРОВОМУ ВОПРОСУ – ПОСТОЯННОЕ ВНИМАНИЕ, или Воспитать специалиста

Как остановить отток молодежи из малых городов? Что предложить молодым и энергичным, получившим образование и собирающимся получать профессию, чтобы они не стремились уехать из родного города в столицы, а могли бы реализоваться и быть востребованными, полезными и успешными в своем деле здесь, где родились и выросли?

Над ответом на этот вопрос бьются политики и социологи, хотя на самом деле все просто. Ничего нового изобретать не нужно, достаточно вспомнить опыт прошлых лет и обратиться за советом к тем, кто все еще продолжает его использовать.

НУЖНА ГОСУДАРСТВЕННАЯ ЛИНИЯ

Генеральный директор ОАО «Электромеханика» Виктор Константинов говорит о кадровой политике часто: на заседаниях Совета директоров города Ржева и городской Думы, в беседах с работниками администраций... Его жизненный и руководящий опыт, стаж производственника и годами укоренившаяся практика тесного сотрудничества завода с учебными заведениями позволяет делать логичные взвешенные выводы.

– К 2012 году, по сравнению с 2007-м, количество выпускников учебных заведений, которые могли бы трудоустроиться на предприятиях города, сократилось вдвое. Это – следствие недальновидной политики в сфере профессионального среднего и высшего образования – она, в свою очередь, стала очевидным продолжением отсутствия целей по воспитанию собственных квалифицированных кадров для региональных предприятий, которые могли бы сохранить преемственность профессий, стать основой для технического и интеллектуального перевооружения всех имеющихся в нашей области отраслей промышленности. Хорошим инструментом подготовки кадров была система наставничества, которая в советские годы использовалась повсеместно. За профессионалом своего дела закрепляли вчерашнего выпускника, который получил теоретические знания, но не имеет никакого опыта в производстве – и это было лучшей для него школой. К сожалению,

сейчас такое мало где сохранилось. Да и сама подготовка специалистов хромает на обе ноги. Предприятия не заинтересованы? Маловероятно. Помню, как по инициативе нескольких промышленных гигантов города именно для подготовки специалистов был создан в Ржеве учебно-консультационный пункт ВЗМИ (Всесоюзный заочный машиностроительный институт), который позже стал филиалом ТвГТУ. Предприятия сами создавали материальную базу для обучения, ремонтировали аудитории, привлекали своих специалистов к учебному процессу в качестве преподавателей. Сейчас по области в год получают диплом порядка 700 специали-

тов с техническим образованием. Кто из них будет востребован в регионе? Сказать сложно. Проблема в том, что неотъемлемой частью политики профессионального образования перестала быть практика запрашивать на производствах, какие именно специалисты им нужны сегодня и будут нужны завтра. Так и перепрофилируются сузы под выпуск менеджеров гостиничного дела и турагентов. А на заводах дорабатывают профессионалы заслуженного возраста, которые не знают, кому передать свой опыт. Да и в высшем образовании только недавно, не более трёх лет назад, вспомнили о необходимости ориентироваться на промышленность, ста-



Здание филиала ТГТУ в Ржеве

ли возрождать практику ориентации на спрос предприятий.

Хорошо, что нам удалось переломить эту тенденцию. На «Электромеханике» всегда была самая сильная школа подготовки кадров в городе. По сей день трудятся в самых различных сферах деятельности (финансовой сфере и управлении, во власти и промышленности) люди, которые начинали свой трудовой стаж и проходили становление в профессии на нашем заводе. Мы надеемся сохранить кадровую школу и впредь, – говорит Виктор Вениаминович.

КАЧЕСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ – УСПЕШНАЯ КАРЬЕРА

Получить на предприятие готового специалиста, который уже состоялся в про-

фессии – хорошо. Но еще лучше – такого специалиста воспитать. Как – отработано многолетней практикой сотрудничества филиала ТвГТУ в городе Ржеве и ОАО «Электромеханика». Оно начинается еще на стадии приемной комиссии. Некоторые выпускники средних школ поступают на 1 курс на контрактной основе, в этом случае все годы учебы в вузе оплачивает предприятие, но после получения диплома молодой специалист обязан вернуться работать на завод. Таким образом, еще со школьной скамьи есть возможность отобрать лучших.

В процессе обучения ОАО «Электромеханика» тоже активно участвует. Завод помогает филиалу с проведением занятий на своей территории, вместе с тем привлекая студентов к дальнейшему трудоустройству. Заключены долгосроч-

ные и краткосрочные договоры о совместных партнерских отношениях, в том числе и об использовании уникального дорогостоящего оборудования. Это важно: далеко не каждое учебное заведение может иметь свою достойную материально-техническую базу для проведения лабораторных занятий и прохождения всех видов учебных и производственных практик, поэтому ключевую роль для выполнения поставленных задач играет сотрудничество филиала ТвГТУ в г.Ржеве и ОАО «Электромеханика». Кроме того, в 2011 году на предприятии утверждено положение о стипендии имени генерального директора М.П. Кулешова, которая дает право на дополнительное стимулирование особо одаренных студентов филиала за отличные успехи в учебе. За четыре года ее получили Андрей Трегубов,



Директор механического производства Геннадий Струнин с потенциальными работниками – студентами ССУЗов



В механическом производстве опытный наставник проверяет работу ученика

Валерий Иванов, Даниил Винничук и Яна Тухватулина.

Безусловно, такой стимул повышает интерес студентов к знаниям и привлекает кадры на предприятие. Выпускники филиала ТвГТУ в городе Ржеве участвуют во Всероссийских конкурсах дипломных проектов и занимают призовые места: в 2009 году 1 местом в номинации «Технология и организация технического сервиса транспортных и технологических машин» был отмечен Роман Горюнов, двумя годами позже – в номинации «Эксплуатация, ремонт машин и оборудования» – Вадим Коротких.

Выпускные квалификационные работы и дипломные проекты по тематике соответствуют тем задачам, которые стоят перед образованием и предприятием для внедрения на производстве. А ведущие специалисты ОАО «Электромеханика» являются рецензентами и руководителями дипломных проектов. Они имеют возможность достойно сочетать теоретические и практические навыки.

За годы существования филиала подготовлено и выпущено свыше 3000 инженерных кадров, лучшие из них трудятся на ОАО «Электромеханика», и это примерно 10% от общего числа работающих! Филиал помогает городу и предприятию решать вопрос оттока молодежи в Тверь, Москву, Санкт-Петербург и пока-



Заместитель генерального директора по производству Николай Чупятов со своим учеником (и на предприятии, и в филиале ТвГТУ), ныне – ведущим инженером производственно-диспетчерского отдела Валерием Панковым

зать всю привлекательность работы на таком важном для нашего государства предприятии, которое выпускает современное высокотехнологичное оборудование для авиационной, космической и других отраслей промышленности.

Выпускники филиала занимают ключевые руководящие посты на ОАО «Электромеханика», и это подтверждает: знания, полученные за годы учебы в филиале, соответствуют всем требованиям образовательного стандарта, а опыт работы на предприятии дает возможность решать государственные задачи. Можно назвать таких выпускников: генеральный директор ОАО «Электромеханика» Виктор Константинов, его заместители Роман Крылов и Николай Чупятов, помощник гендиректора Аркадий Иванов, заместитель коммерческого директора Олег Анищенко, заместитель технического директора Любовь Филатова, заместитель директора механического производства Александр Кудрявцев, заместитель директора сварочно-сборочного производства Александр Марков, заместитель главного конструктора Николай Шепырев и многие другие.

Большая заслуга в подготовке профессиональных кадров принадлежит преподавательскому составу, в числе которого также трудятся руководящие

сотрудники ОАО «Электромеханика». Это очень важный момент соединения науки, творчества и трудолюбия, что помогает идти в ногу со временем, соответствовать требованиям современного рынка труда. А научные разработки, созданные в стенах Тверского государственного технического университета и филиала, находят практическое применение на предприятии. Сейчас как никогда наблюдается устойчивое повышение интереса заказчиков образовательных услуг филиала к специальностям и направлениям технического, информационного и технологического профилей. Сегодня в филиале, которому уже 55 лет, готовят специалистов и бакалавров по пяти специальностям и направлениям: конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, прикладная информатика (в экономике), бухгалтерский учет, анализ и аудит, экономика и управление на предприятии (машиностроение).

КАДРОВОМУ ВОПРОСУ – ПОСТОЯННОЕ ВНИМАНИЕ

– Сегодня в промышленности, и в машиностроении, в частности, наблюдается острый дефицит трудовых ресурсов. И это, безусловно, тормозит прогресс, –



На заседании Ржевской городской Думы

говорит начальник отдела кадров ОАО «Электромеханика» Юлия Хейфец. – Виной тому – неблагоприятная демография 90-х, затянувшаяся реорганизация начального и среднего профессионального образования, падение престижности инженерных и рабочих профессий. Поэтому ежегодно кадровый вопрос находился в центре внимания всех уровней управления предприятием.

В работе с кадрами мы определяем для себя следующие приоритеты. Это привлечение, профессиональный отбор и найм персонала, подготовка, переподготовка и повышение квалификации специалистов и рабочих, мотивация на высокоэффективный и производительный труд, сохранение и закрепление кадров.

Мы не ждем, что нужные специалисты придут к нам сами, мы активно их ищем и привлекаем. Размещаем объявления о вакансиях в СМИ и маршрутных автобусах, проводим целенаправленную

подготовку нужных для предприятия работников, сотрудничаем с Центром занятости населения. В результате всех этих мер, несмотря на общую тенденцию сокращения населения в малых городах, в том числе в Ржеве, численность работников растёт второй год подряд.

Основное обучение новичков рабочих профессий проводится согласно положению «Об учениках и наставниках ОАО «Электромеханика». За молодым работником, пришедшим на предприятие, закрепляется опытный наставник из числа наиболее квалифицированных работников, который обучает стажёра специфике профессии. После окончания срока наставничества, который варьируется от трёх до шести месяцев, стажёр на рабочем месте сдаёт квалификационную пробную работу комиссии в соответствии с предполагаемым разрядом своей профессии. Комиссия формируется исходя из профиля деятельности стажёра. Решение комиссии

о готовности стажёра к самостоятельной работе оформляется протоколно.

Для подготовки, переподготовки и повышения квалификации работников ОАО «Электромеханика» мы продолжаем на договорной основе сотрудничать не только с Тверским Государственным Техническим Университетом и его филиалом в Ржеве, но и с Представительством Российского государственного технологического университета им К.Э. Циолковского (МАТИ) в г. Ржеве, с «Ржевским колледжем», «Ржевским технологическим колледжем» и «Ржевским колледжем им. Петровского». Только в 2014 году вузы закончили 4 работника предприятия, а на заочном отделении учатся 15 наших сотрудников. Столько же освоили вторую профессию, повысили квалификацию 13 рабочих и 4 руководителя.

Это что касается взрослых людей. Но ведь важно мотивировать и более молодое поколение еще на стадии выбора профессии – к сожалению, по результатам проведенного нами анкетирования до 90 процентов выпускников не связывают будущее со Ржевом. Мы стараемся и будем стараться переломить эту тенденцию. Поэтому сотрудничаем и с четырьмя ржевскими школами. На ознакомительной и тематической экскурсиях в 2014 году побывали более 120 выпускников и учащихся профессиональных училищ и студентов, такие ребята постоянно проходят практику на предприятии. Мы проводим «День открытых дверей» (ярмарку рабочих профессий).

Но это еще не все. Сохранить имеющиеся кадры – тоже задача, поэтому мы принимаем такие меры, как материальное стимулирование (рост заработной платы по отношению к прошлому году составил 18 процентов). За добросовестный эффективный труд работники ОАО «Электромеханика» получают ведомственные, министерские награды, отмечаются на уровне города и предприятия. Действует пакет социальных льгот и гарантий для работников.

Сегодня средний возраст работников – 47 лет, что на 6 лет меньше, чем десять лет назад. И мы будем стараться привлекать на наше предприятие молодые энергичные силы. За ними – завтрашний день, и ОАО «Электромеханика» обязательно в нём будет.



Круглый стол в ТвГТУ

САМОЛЁТ ВЕРНУЛСЯ В РЖЕВ

Одной из достопримечательностей города Ржева много лет являлся памятник Самолет. Его установили в 1973 году, в канун очередной годовщины освобождения города от немецко-фашистских захватчиков, в честь героизма советских летчиков, воевавших в небе над Ржевом.



В центре города, на высоком берегу Холынки, самолет МиГ-17 простоял 35 лет. А когда состояние памятника и его постамента из-за погодных условий и действий вандалов стало критическим, городские власти приняли решение о демонтаже. Крылатую машину, от которой к тому моменту остался почти один фюзеляж, отправили для восстановления на 514-й авиаремонт-

ный завод, который располагается здесь же, в городе Ржеве. Специалисты завода сделали все, что требовалось, МиГ-17 был готов к возвращению на место уже через несколько месяцев, но это возвращение неоправданно затянулось. Сам самолет восстановили, а вот место, где он раньше стоял, оказалось без внимания города: зарастало бурьяном, разрушался и постамент...

Год за годом, целых шесть лет городские власти не могли найти средства для его восстановления и водружения памятника туда, где привыкли видеть его ржевитяне. В это время было даже принято компромиссное решение: если памятник не нужен городу, оставить его на территории войсковой части, установив на площади, которая носит имя летчика, Героя Советского Союза Александра Покрышкина, в гарнизоне, где базируется 6-я бригада ПВО (которая с весны тоже носит имя этого прославленного летчика).

Но остальное население города не согласилось с такой постановкой вопроса: люди хотели видеть МиГ-17 на привычном месте и готовы были приложить свои усилия. По инициативе руководителей нескольких предприятий прошел ряд субботников. Было очищено от зарослей не только место вокруг постамента, но и противоположный берег. Открылась прекрасная панорама, но старый постамент по-прежнему пустовал.

Руководство ОАО «Электромеханика», которое активно участвует в общественной жизни Ржева, всегда находится в тесном контакте с властью и не бежит от социальной нагрузки, пошло



навстречу инициативе вернуть Ржеву памятник Самолет. Специалисты предприятия разработали проект усиления конструкции постамента, который, к тому же, нужно было сделать более высоким, чтобы сберечь отреставрированный МиГ-17 от вандалов. Решили частично демонтировать старую кирпичную кладку и усилить ее изнутри металлоконструкциями, на которых и будет крепиться шасси самолета. Бригада строителей трудилась здесь больше месяца: они сложили постамент, оштукатурили его. И стали ждать сухой погоды, ведь тяжелая техника, которая будет использоваться при монтаже памятника, должна не только спустить тяжелые части крылатой машины вниз, но крепко стоять на крутом склоне до полного завершения работ.

Рано утром 3 октября сверкающий, новый, со звездами и надписью «Покрышкин» на боку самолет по частям привезли на место. Крылья работники авиаремонтного завода приваривали уже здесь, ведь провезти по городу 14-метровый самолет, у которого размах крыла более 7 метров, более чем сложно.



Работа кипела. На установке было задействовано несколько единиц привлеченного ОАО «Электромеханика» транспорта, подъемный кран и целая бригада заводчан. Предприятие, практически заново отстроив для памятника постамент, пристально следило за тем, чтобы теперь Самолет встал на него так, как нужно: прочно, надежно, красиво. И поэтому работники завода на месте вплотную занимались монтажом.

А уже к 14 часам того же дня всему городу открылся великолепный пейзаж. В солнечных лучах, на фоне голубого неба и не успевшей еще потемнеть листвы, гордо стоял, будто готовясь взлететь, один из символов Ржева – памятник военным летчикам, которые семьдесят с лишним лет назад сражались с врагом над этим городом. И победили. Так при помощи «Электромеханики» началась новая история любимого городом памятника.



ЮБИЛЕЙ В КРУГУ ДРУЗЕЙ

В ноябре в Ржевском социально-реабилитационном центре для несовершеннолетних (в городе его чаще называют просто «Ржевским приютом») прошел праздник. Учреждению исполнилось 20 лет, и с поздравлениями и подарками пришли те, кто были инициатором создания в Ржеве такого центра, те, кто помогал его становлению и кто соприкасается с ним сегодня по роду деятельности и по велению души.

Одним из многолетних кураторов социального учреждения является ОАО «Электромеханика». Не стоит, наверное, объяснять, что воспитанники приюта – дети с непростой судьбой. Тем важнее для них забота и внимание взрослых людей, тем нужнее им позитивные впечатления, расширение кругозора, примеры того, как организованы нормальные человеческие отношения в счастливой семье, трудовом коллективе, при дружеском общении. Дать это ребятам – значит создать для них модель поведения, по которой, повз-

рослев, они захотят строить свою благополучную жизнь.

Не случайно помощь ОАО «Электромеханика» Ржевскому социально-реабилитационному центру не ограничивается лишь спонсорством. Безусловно, ребятам нужны и игрушки, и одежда – но не только. Именно поэтому экскурсии для детей из приюта на завод стали традицией. Ребят не просто водят по цехам, показывают технику и оборудование и рассказывают о производстве – в конце каждой такой прогулки организовано чаепитие, получается настоящий маленький праздник.



Праздником побольше стала поездка в Московский зоопарк нынешней весной. Руководители предприятия Андрей Константинов и Роман Крылов арендовали комфортабельный новый автобус для перевозки детворы и сами в качестве волонтеров поехали с ребятами, среди которых были 30 ребят из города и 10 – из приюта, расположенного в поселке Ильченко Ржевского района. Это были опекаемые самых разных возрастов, от дошкольников до старших школьников. Московский зоопарк пошел навстречу ржевтянам, бесплатно предоставив возможность посетить не только сам зоопарк, но и дельфинарий, и экзотеррариум. На ребят огромное впечатление произвели дельфины и морские ластоногие, а также все обитатели зоопарка. Вкусный обед с подарком – «Хэппи Милл», конечно, тоже оплатило предприятие «Электромеханика».

А еще воспитанники приюта приняли активное участие в предъюбилейном конкурсе детского рисунка на тему «Рабочие профессии», который провело ОАО «Электромеханика» в канун своего 75-летия. Кстати, лучшим из рисунков семи финалистов была признана работа именно воспитанника Ржевского приюта для несовершеннолетних Артема Маркова.

На детской площадке социального приюта многое сделано руками работников завода «Электромеханика». Последнее приобретение – деревянная пожарная машина, которую установили совсем



недавно. Необычно видеть на борту ярко-красного фургона знакомый логотип «Электромеханики» в нетипичных тонах, но сама машина безусловно хороша. Подобные конструкции, а также песочницы, веранды, скамейки и другое оснащение для детских площадок, сделанные на «Электромеханике», стали подарками и для городских школ и детсадов, которым, как и приюту, помогает завод.

И на юбилей спонсоры, конечно, не пришли с пустыми руками. Впереди зима, и поэтому нужным и желанным подарком для воспитанников приюта стали приспособления для веселых зимних игр: ледянки, санки, снегокаты...

Советник губернатора Тверской области Галина Мешкова, выступая с приветственной речью от имени региона, обращаясь к ребятам, отметила:

- Вас пришли поздравить представители ОАО «Электромеханика». Вы уже знаете, какой это большой и красивый завод. Может быть, кто-то из вас, когда вырастет, станет на нем работать.

Заместитель генерального директора ОАО «Электромеханика» по логистике и хозяйственным вопросам Роман Крылов рассказал, что такой пример уже есть: недавно завод принял на работу молодого человека с непростой судьбой и характером, в прошлом – воспитанника Ржевского приюта. Будет ли это история иметь позитивное продолжение – покажет только время. Но то, что нашлись люди, готовые протянуть руку помощи – уже ценно.

Приюту исполнилось 20 лет, заводу – 75. Надо думать, поддержка предприятием этого и других социальных учреждений, как и славная история, продолжится.



НАЧИНАЕМ НОВЫЕ ТРАДИЦИИ

Недавно ОАО «Электромеханика» предложило идею проведения общегородского ежегодного турнира по настольному теннису среди работников промышленных предприятий. И 31 октября в спортивном комплексе «Дельфин» состоялся первый такой турнир. Он был приурочен к всероссийскому празднику – Дню народного единства. Инициатором и организатором мероприятия выступило ОАО «Электромеханика».

Подобных общегородских соревнований в Ржеве не проводилось очень давно, а вот на «Электромеханике» ее сотрудники соревнуются на звание сильнейшего в этом и других видах спорта регулярно. И получают не только массу положительных эмоций и возможность поддерживать себя в форме, но и призы от предприятия.

Современный темп и условия жизни требуют от каждого человека здоровья, выносливости, способности стойко переносить психофизические нагрузки и

противостоять стрессу. В современном российском обществе постепенно приходят к осознанию того, что прогресс во всех отношениях немыслим без воспитания культуры здорового образа жизни, бережного отношения человека к своему здоровью и здоровью окружающих.

Поскольку самочувствие сотрудника, его активная жизненная позиция непосредственно влияют на работоспособность, спорту на ОАО «Электромеханика» уделяется очень серьезное внимание – такова позиция руководства. Основная

цель прилагаемых в этом направлении усилий – привлечение к регулярным занятиям спортом и здоровому образу жизни максимального числа работников. В начале каждого года на ОАО «Электромеханика» формируется план спортивных мероприятий – как командных, так и личных.

– Проведение спортивно-массовых мероприятий на предприятии сплачивает производственный коллектив, делает его единой командой, формирует «командный дух», атмосферу взаимопомощи, дружбы и «честной игры», – говорит начальник отдела маркетинга ОАО «Электромеханика» Виктория Бальс, которая сама активно занимается спортом. – С 2013 года на территории завода выделено помещение под спортзал, который оснащен силовыми тренажерами. Его могут посещать все, и это, несомненно, является одним из способов социальной мотивации персонала.

Также в подразделениях установлены столы для настольного тенниса, где в обеденный перерыв тренируются все желающие.

Команда ОАО «Электромеханика» традиционно участвует в летних и зимних городских соревнованиях работающей молодежи, которые проводятся в Ржеве. Войти в спортивную команду предприятия могут все, кто чувствует в себе силы и соревновательный дух, представители различных цехов и подразделений сборочного, сварочно-сборочного, механического производства, заводоуправления, научно-конструкторского центра и других подразделений, мужчины и женщины. На нынешний, 2014 год было запланировано шесть соревнований, пять из которых уже состоялись. Все мероприятия были приурочены к праздничным датам нашей страны, и в том числе нашего родного города Ржева. Так, 13 февраля в спортивном комплексе «Дельфин» состоялся приуроченный ко Дню Защитника Отечества турнир по волейболу среди команд работников ОАО «Электромеханика», где победителем стала команда сборочного и механосборочного производств. Ко Дню освобождения города Ржева 28 февраля в выставочном центре ОАО «Электромеханика» состоялся первый ежегодный турнир ОАО «Электромеханика» по шахматам среди работников





предприятия. В турнире принимали участие представители энергослужбы, технологического цеха, научно-конструкторского центра и заводоуправления. Игра проводилась по круговой системе, в результате первое место занял электромонтер Виктор Смирнов, второе – Алексей Демаков, третье – Максим Исаев.

30 апреля, накануне Дня Великой победы в выставочном центре ОАО «Электромеханика» состоялся II ежегодный турнир по настольному теннису среди работников завода. В соревновании по настольному теннису приняли участие 14 человек – представители различных подразделений ОАО «Электромеханика». Победителем соревнований стал Владимир Жила, токарь-карусельщик механического производства, второе и третье места – у Юрия Мотова и Александра Кудрявцева.

Ко Дню Машиностроителя 25 сентября в спорткомплексе «Дельфин» состоялся турнир ОАО «Электромеханика» по волейболу среди команд работников завода, где сильнейшей стала сборная команда сборочного, механосборочного производств и научно-конструкторского центра.

31 октября ОАО «Электромеханика» выступило инициатором и спонсором проведения общегородских соревнований по настольному теннису, и предложило сделать такой турнир традиционным, ежегодно проводя его в канун Дня народного единства.



Приживется ли эта традиция – трудно сказать, а вот нынешние состязания оказались интересными и растянулись на несколько часов. Особенно долго на звание сильнейшего состязались мужчины. В итоге, после нескольких часов упорной борьбы, первое место занял Руслан Петров, работник ОАО «Ржевское ЛПУМГ». Второе место по праву досталось представителю предприятия-организатора Александру Кудрявцеву, третьим стал Дмитрий Козырев с ОАО «514 АРЗ».

Среди представительниц слабого пола лучшей стала также работница «Ржевского ЛПУ» Юлия Соловьева, а вот второе и третье места удержали сотрудники «Электромеханики» Наталья Гайдукевич и Наталья Разумихина.

Для всех победителей организаторы подготовили не только медали, кубки и грамоты, но и полезные призы. Так, первым призом стал подарочный сертификат – абонемент на посещение спорткомплекса «Дельфин» стоимостью 14 тысяч рублей. Остальные участники-победители получили мультиварку, набор инструментов, керамические ножи, музыкальный центр. Ну и, конечно, участники и зрители получили заряд бодрости, массу положительных эмоций и настрой на новые соревнования, которые не замедлят состояться. В конце нынешнего года ОАО «Электромеханика» планирует провести внутривозовские соревнования по настольному теннису и шахматам.



ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КАЛЕНДАРЬ на 2015 год

Январь

	пн	вт	ср	чт	пт	сб	вс
1				1	2	3	4
2	5	6	7	8	9	10	11
3	12	13	14	15	16	17	18
4	19	20	21	22	23	24	25
5	26	27	28	29	30	31	

Февраль

	пн	вт	ср	чт	пт	сб	вс
5							1
6	2	3	4	5	6	7	8
7	9	10	11	12	13	14	15
8	16	17	18	19	20	21	22
9	23	24	25	26	27	28	

Март

	пн	вт	ср	чт	пт	сб	вс
9							1
10	2	3	4	5	6	7	8
11	9	10	11	12	13	14	15
12	16	17	18	19	20	21	22
13	23	24	25	26	27	28	29
14	30	31					

Апрель

	пн	вт	ср	чт	пт	сб	вс
14			1	2	3	4	5
15	6	7	8	9	10	11	12
16	13	14	15	16	17	18	19
17	20	21	22	23	24	25	26
18	27	28	29	30			

Май

	пн	вт	ср	чт	пт	сб	вс
18					1	2	3
19	4	5	6	7	8	9	10
20	11	12	13	14	15	16	17
21	18	19	20	21	22	23	24
22	25	26	27	28	29	30	31

Июнь

	пн	вт	ср	чт	пт	сб	вс
23	1	2	3	4	5	6	7
24	8	9	10	11	12	13	14
25	15	16	17	18	19	20	21
26	22	23	24	25	26	27	28
27	29	30					

Июль

	пн	вт	ср	чт	пт	сб	вс
27			1	2	3	4	5
28	6	7	8	9	10	11	12
29	13	14	15	16	17	18	19
30	20	21	22	23	24	25	26
31	27	28	29	30	31		

Август

	пн	вт	ср	чт	пт	сб	вс
31						1	2
32	3	4	5	6	7	8	9
33	10	11	12	13	14	15	16
34	17	18	19	20	21	22	23
35	24	25	26	27	28	29	30
36	31						

Сентябрь

	пн	вт	ср	чт	пт	сб	вс
36		1	2	3	4	5	6
37	7	8	9	10	11	12	13
38	14	15	16	17	18	19	20
39	21	22	23	24	25	26	27
40	28	29	30				

Октябрь

	пн	вт	ср	чт	пт	сб	вс
40				1	2	3	4
41	5	6	7	8	9	10	11
42	12	13	14	15	16	17	18
43	19	20	21	22	23	24	25
44	26	27	28	29	30	31	

Ноябрь

	пн	вт	ср	чт	пт	сб	вс
44							1
45	2	3	4	5	6	7	8
46	9	10	11	12	13	14	15
47	16	17	18	19	20	21	22
48	23	24	25	26	27	28	29
49	30						

Декабрь

	пн	вт	ср	чт	пт	сб	вс
49		1	2	3	4	5	6
50	7	8	9	10	11	12	13
51	14	15	16	17	18	19	20
52	21	22	23	24	25	26	27
53	28	29	30	31			

Нерабочими днями в России в 2015 году являются:

1, 2, 3, 4, 5, 6, 8 января – новогодние каникулы;

7 января – Рождество Христово;

23 февраля – День защитника Отечества;

8 марта – Международный женский день;

1 мая – Праздник Весны и Труда;

9 мая – День Победы;

12 июня – День России;

4 ноября – День народного единства.

	Календарных дней	Рабочих дней	Выходных и праздников	Кол-во рабочих часов 40-часовой недели	36-часовой недели	24-часовой недели
Январь	31	15	16	120	108	72
Февраль	28	19	9	152	136,8	91,2
Март	31	21	10	168	151,2	100,8
1 квартал	90	55	35	440	396	264
Апрель	30	22	8	175	157,4	104,6
Май	31	18	13	143	128,6	85,4
Июнь	30	21	9	167	150,2	99,8
2 квартал	91	61	30	485	436,2	289,8
1 полугодие	181	116	65	925	832,2	553,8
Июль	31	23	8	184	165,6	110,4
Август	31	21	10	168	151,2	100,8
Сентябрь	30	22	8	176	158,4	105,6
3 квартал	92	66	26	528	475,2	316,8
Октябрь	31	22	9	176	158,4	105,6
Ноябрь	30	20	10	159	143	95
Декабрь	31	23	8	183	164,6	109,4
4 квартал	92	65	27	518	466	310
2 полугодие	184	131	53	1046	941,2	626,8
2015 год	365	247	118	1971	1773,4	1180,6

На основании статьи 112 Трудового кодекса при совпадении выходного и нерабочего праздничного дней выходной день в производственном календаре переносится на следующий после праздничного рабочий день.

1 рабочий день

1 предпраздничный / сокращенный

1 выходной / праздник

В 2015 году предусмотрен перенос выходных дней:

3 января (сб) → 9 января (пт)

4 января (вс) → 4 мая (пн)