



Научно-технический журнал

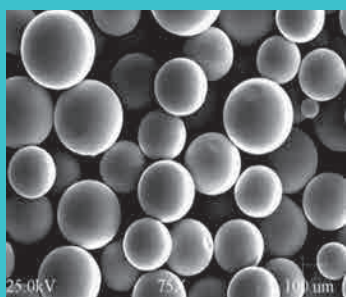
ЭЛЕКТРОМЕХАНИК

№4 | март 2015 | www.el-mech.ru

В ПАМЯТЬ О ПРОШЛОМ РАБОТАЕМ В НАСТОЯЩЕМ ВО ИМЯ БУДУЩЕГО

Поздравляем с Днем Великой Победы!

*Опять весна. И снова День Победы. Всё дальше эхо страшное войны.
Как защитили прадеды и деды страну родную, помнить мы должны!
Должны мы знать, какой ценой жестокой Победу вырвали из рук врага
И сколько крови, сколько тел убитых земля в свои объятия приняла!
Увидев на параде ветерана, ты подойди, колено преклони
И поклонись святому человеку, ты поклонись до самой до земли...*



**ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ
ПРОЦЕССЫ
ГРАНУЛЬНОЙ
МЕТАЛЛУРГИИ**
с применением
различных технологий

КАДРЫ РЕШАЮТ ВСЕ

**ПОЛВЕКА
НА ЗАВОДЕ**
Валентин
Зайцев



**МОЛОДОЙ
ДА ГЛАВНЫЙ**
Максим
Комаров



**ВО ИМЯ НРАВСТВЕННОГО
ВОЗРОЖДЕНИЯ ОТЕЧЕСТВА**



РАСПОРЯЖЕНИЕ ПРЕЗИДЕНТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

О поощрении

За заслуги в укреплении системы государственного финансового контроля и большой вклад в повышение эффективности использования средств федерального бюджета объявить благодарность коллективу

Счетной палаты Российской Федерации

За достигнутые трудовые успехи и высокие показатели в профессиональной деятельности объявить благодарность коллективам:

Открытого акционерного общества «Головной научно-исследовательский и проектный институт по распределению и использованию газа «Гипрониигаз», Саратовская область

Открытого акционерного общества «Красноярский машиностроительный завод»

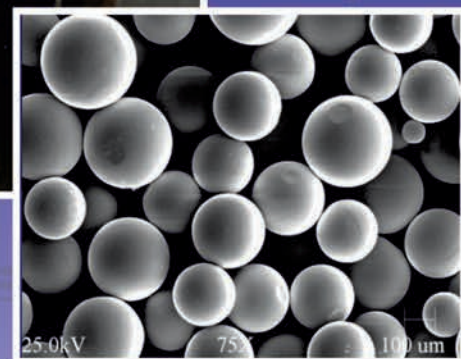
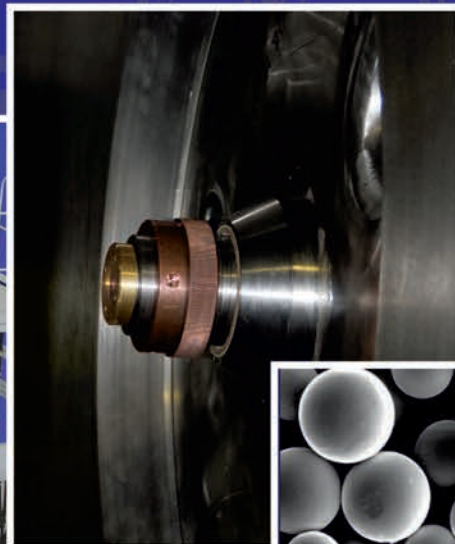
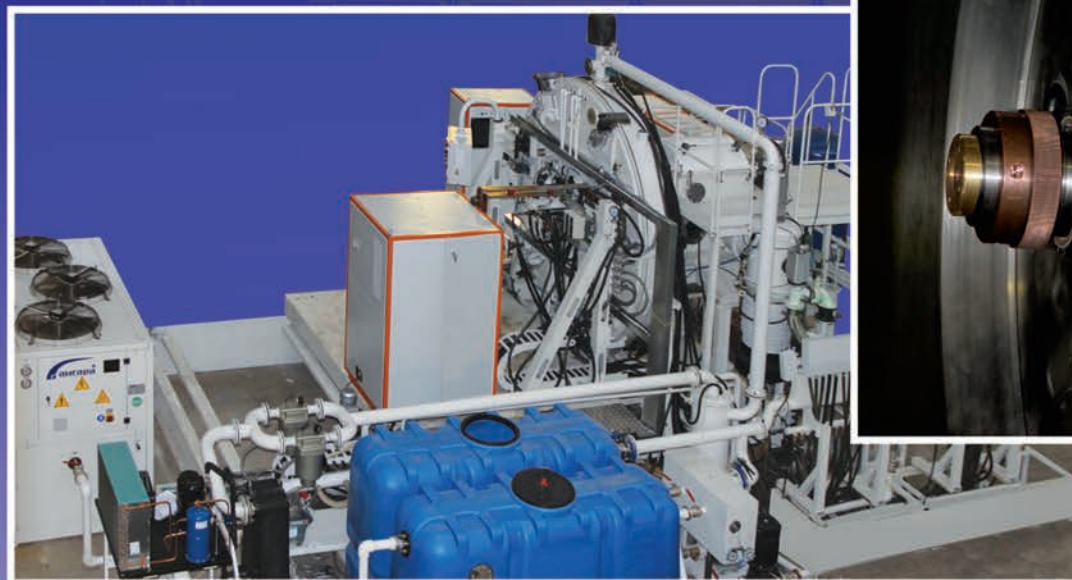
Открытого акционерного общества «Электромеханика», Тверская область.



A handwritten signature in black ink, which appears to be 'В. Путин', written over the official seal.

В. Путин

29 января 2015 г.
№14-рп



ПРИГЛАШАЕМ НА КОНФЕРЕНЦИЮ

В рамках поставленных Президентом и Правительством Российской Федерации задач по реализации инновационных импортозамещающих технологий ОАО «Электромеханика» приглашает предприятия машиностроительной отрасли 28-29 мая 2015 г. принять участие в научно-технической конференции «Специализированное оборудование для современных технологических процессов», на которой Вы сможете познакомиться с направлениями деятельности нашей компании, а также узнать о современных достижениях ОАО «Электромеханика».

ТЕМЫ КОНФЕРЕНЦИИ

1. Инновационное технологическое оборудование вакуумной индукционной плавки для получения изделий с направленной и монокристаллической структурой.
2. Специализированное компрессионное термическое оборудование.
3. Оборудование для гранульной/порошковой металлургии. Аддитивные технологии.
4. Электронно-лучевые технологические комплексы для плавки, пайки, термической обработки, сварки, послойного синтеза.
5. Специализированное технологическое оборудование для сварки и нанесения покрытий в контролируемой атмосфере.
6. Сервисное обслуживание и логистика.

По вопросам участия обращаться по телефону: +7 (48232) 2-40-37,
а также по e-mail: info@el-mech.ru



Уважаемые читатели!

Четвертый номер нашего журнала «Электромеханик» выходит в канун знаменательной для нашей страны даты – 70-летия Великой Победы.

70-летие Великой Победы – это, возможно, последний большой юбилей, который мы встречаем вместе с ныне живущими фронтовиками. Эта дата – ещё один повод осознать, донести каждому до себя самого и окружающих, а особенно до молодого, не знавшего лишений поколения, что наши сегодняшние достижения, которые подчас кажутся нам внушительными, меркнут на фоне великих свершений, которые вынесли на своих плечах наши деды. Это именно они плечом к плечу встали на пути врага, именно они приняли на себя огонь – и выдержали, именно они восстановили страну из руин и сделали всё возможное и невозможное, чтобы укрепить её позиции, поднять в мире престиж отечественной науки и производства. Эти позиции сегодня претерпевают очередную идеологическую атаку извне, мы вновь наблюдаем попытки перетрактовки героической истории нашей страны и, понимая это, обязаны сделать всё, чтобы не допустить переписывания истории и принижения значения великого подвига наших предков.

Поэтому сейчас особенно важно продолжать патриотическую работу среди молодежи, и если каждый из нас на своем месте внесёт свой пусть небольшой, но сильный вклад в это дело – часть нашей исторической миссии будет выполнена.

Сегодня из тех, кто принимал активное участие в боевых действиях Великой Отечественной войны, в живых остаются единицы. И тем важнее для нас сделать всё возможное, чтобы сохранить их воспоминания, их живые рассказы для будущих поколений. Поэтому ОАО «Электромеханика» выступила с инициативой издания фотоальбома «Война глазами ржевитян», куда могут войти любые материалы (виды военного Ржева, фронтовые письма, фотографии земляков) – сегодня идет их компоновка. Предприятие выступает спонсором объявленной местным телеканалом акции под названием «Голос войны». Ещё одно наше предложение, озвученное на региональном уровне – в юбилейный год придать особое значение дороге Ржев-Тверь, соединяющей два Города воинской славы. Эта «Дорога славы», которую мы сегодня преодолеваем за полтора часа, тогда как во время войны войска с кровопролитными боями шли это расстояние полтора года, имеет особое значение и должна стать живым интерактивным мемориалом, где можно установить баннеры, памятные стелы, стенды с описаниями движения советских войск, карт местности и боёв...

70-летие Великой Победы – это уникальный повод для консолидации нашего общества, так важной сегодня. Сейчас, задумывая и начиная новые проекты, решая задачи по созданию нового оборудования, мы постоянно ориентируемся на наших ветеранов. Мы берем их для себя примером в творчестве, работе, самоотдаче и самоотверженности. В память о прошлом мы обязаны трудиться в настоящем во имя будущего. Каждый на своем месте. Потому что сильное предприятие делает сильнее свой город и регион, а именно из них и строится, ими живет и держится Великая Россия.

Виктор КОНСТАНТИНОВ, генеральный директор ОАО «Электромеханика»

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕМА НОМЕРА _____	3
Производственные процессы гранульной металлургии с применением различных технологий	
ТЕХНОЛОГИИ _____	18
Особенности получения гранульных композиционных материалов	
НОВОСТИ ОТРАСЛИ _____	23
НАУКА _____	24
Расчёт пульсаций поверхности частицы в процессе получения порошка металлов и сплавов методом PREP	
НА СВОЕМ МЕСТЕ _____	27
Молодой да главный	
НАШИ ПАРТНЕРЫ _____	29
Успехи корпорации Иркут	
НА СВОЕМ МЕСТЕ _____	32
Полвека на заводе	
СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ _____	33
Поддержка жизненного цикла оборудования ОАО «Электромеханика» в процессе его эксплуатации	
ПАМЯТЬ _____	36
Свидетели истории	
СОЦИАЛЬНАЯ РОЛЬ _____	44
Во имя нравственного возрождения Отечества	
НОВОСТИ ОТРАСЛИ _____	50

«Электромеханик»
Научно-технический журнал
№ 4
Март 2015

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

Верстка: Светлана РОМАНОВА
Автор дизайна: Ольга СОБОЛЕВА

Перепечатка материалов возможна только по согласованию с редакцией

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

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

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

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ ГРАНУЛЬНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

с применением различных технологий

Аддитивные технологии. Это выражение постепенно становится в России привычным. Проще говоря, суть аддитивных технологий в том, что весь процесс от проектирования до изготовления конечного продукта идет, как говорят специалисты, в цифре. А само изделие получается не в результате привычной металлообработки, а печатается на специальных принтерах. От привычного понятия, учитывая растущую потребность в импортозамещении, настало время переходить к реализации смелых проектов, которые предлагает ОАО «Электромеханика». Доклад об этом сделал генеральный директор Виктор Константинов на недавнем совещании 18 февраля в ОАО «Станкопром» под руководством председателя Совета директоров С.И. Макарова.

Развитие двигателестроения, авиастроения и целого ряда других направлений машиностроения невозможно без коренного изменения средств производства и переоснащения производственных участков для массового внедрения аддитивных технологий. В настоящее время для области порошковой металлургии, аддитивных технологий в России характерна значительная зависимость от иностранного оборудования, так как за рубежом эта отрасль уже получила широкое развитие. Лидерами по развитию аддитивных технологий сегодня являются США, Германия и Китай. В 22 странах созданы национальные ассоциации по аддитивным технологиям, объединенные в альянс GARPA.

Так, известно, что корпорация

Boeing сегодня изготавливает при помощи 3D-печати более 22 тысяч деталей для десяти марок гражданских и военных самолетов. И в других странах этому направлению уделяется повышенное внимание: можно назвать Европу, Китай, все стрелковое оружие изготавливается методом литья порошков под давлением. По этой же технологии производится максимальное количество автомобильных деталей в Америке и Европе. Производственная схема выглядит так: термопласт-автоматы, впрыскивают металлические гранулы (порошок) с пластификатором, происходит выпаривание этого пластификатора и изотермическое термостатирование. На сегодняшний момент почти весь ассортимент магазинов сантехники и автозапчастей тоже изготовлен методом литья порошков под давлением.

Газстатическое прессование, как более трудо- и ресурсозатратное, используются в основном там, где требуются высокие нагрузки и где необходимы очень серьезные гарантии качества: авиация, газовый сектор, ракетостроение.

В настоящее время для области порошковой металлургии, аддитивных технологий в России, характерна значительная зависимость от иностранного оборудования. Разработка инновационной технологии и проектирование принципиально нового технологического оборудования открывают новые возможности по созданию изделий из порошков различного химического состава с заданной структурой.

Основным предприятием, которое имеет самое передовое на сегодняшний день в России оборудование для гранульной металлургии, является ОАО «Композит». По аддитивным технологиям большие наработки имеет Южно-уральский инноцентр новых технологий. Имея хороший опыт в данной сфере, он недавно выиграл грант и закупил большой перечень оборудования; в свою очередь, сотрудничает с такими флагманами отрасли, как НПО «Сатурн», Пермский моторный завод.

Очень важно, что разработка инновационной технологии, проектирование принципиально нового технологического оборудования открывают новые возможности по созданию изделий из порошков различного химического состава с заданной структурой.

ИНФРАСТРУКТУРА НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Развитие двигателестроения, авиастроения и целого ряда других направлений машиностроения невозможно без коренного изменения средств производства и переоснащения производственных участков для массового внедрения аддитивных технологий.

Безусловно, главенствующую роль, координацию, управление отраслью и финансирование должно взять на себя государство в лице ОАО «Станкопром». Производственным предприятиям, в том числе ОАО «Электромеханика», необходимо будет обеспечить насыщение предлагаемой программы доступным



отечественным оборудованием и различного рода исходными материалами в рамках программы импортозамещения. Мы предлагаем посредством достижения технологической кооперации между ведущими предприятиями отрасли достичь следующих результатов: сократить количество технологических операций, повысить коэффициент использования материала и производительность, при этом снизив энергетические затраты, получать изделия любой степени сложности и формировать новые композиционные материалы.

В программе может быть задействовано сколь угодно много предприятий, технически и научно готовых к решению поставленных задач: это и специализированные производственные комплексы, готовые к выпуску качественного сырья, и отраслевые институты, имеющие отработанные надежные технологии, и машиностроительные предприятия, выпускающие серийное высокотехнологичное оборудование, и образовательные учебные заведения, осуществляющие подготовку кадров. При этом массовость использования нового подхода будет за-

висеть от того, насколько удачно будут решены все перечисленные задачи.

Техническую координацию и управление целесообразно концентрировать на ОАО «Станкопром». Условно, в этой программе может быть и десять, и двадцать, и больше предприятий, выпускающих оборудование для производства сырья, оборудования, гранул, готовых деталей. В структуру построения технологической цепочки, ведущей к конечному продукту, могут быть включены любые предприятия и комплексы, которые способны предоставлять качественное сырье (конструкционную сталь, жаропрочные или тугоплавкие материалы) и использовать самые разные методы получения заготовок (индукционный переплав, холодный тигель, дуговой переплав, бестигельная зонная плавка – она может использоваться не только для тугоплавких материалов, но и для получения чистого хрома, ниобия, медной шихты для последующего передела в индукционных печах). Далее идет механическая обработка и подготовка заготовки и получение самой гранулы (например, центробежным распылением на оборудовании типа УЦР или газовым рас-

пылением атомайзером типа VIGA).

Теперь целесообразно остановиться на каждом из этапов проекта подробно.

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ПРОЕКТА

I. Создание участка получения заготовок/электродов различными технологическими способами:

- ▶ вакуумной индукционной плавки для получения электродов из хромоникелевой стали, жаропрочных сплавов;
- ▶ вакуумной индукционной плавки в «холодном тигле» для получения отливок из сложнолегированных тугоплавких сплавов, интерметаллидов, нитинола и др.
- ▶ вакуумной дуговой плавки для получения электродов из титана и других тугоплавких сплавов;
- ▶ бестигельной зонной плавки для получения заготовок из тугоплавких металлов и сплавов.

II. Получение металлического порошка, включая гранулы из тугоплавких металлов и сплавов (хромо-никелевые и жаропрочные сплавы, титан, цирконий,

1. Создание участка получения заготовок/электродов различными технологическими способами.

На сегодняшний момент производство заготовок/электродов из титановых и тугоплавких сплавов для распыления в РФ отстает от спроса на рынке как по объемам производства, так и по номенклатуре заготовок. При этом, основная масса подобной продукции имеет огромный потенциал для использования в авиационно-космическом и оборонном комплексах страны. Поэтому важно выйти на передовые позиции по качеству и уровню рентабельности производства распыляемых электродов из гранул титановых и тугоплавких сплавов, существенно расширить их сортамент и номенклатуру сплавов, обеспечить покрытие потребности в подобных изделиях внутренних заказчиков и выйти на международные рынки, чтобы составить конкуренцию передовым зарубежным фирмам, поставщикам аналогичной продукции.

1.1. Получение заготовок из хромо-никелевых и жаропрочных сплавов методом вакуумной индукционной плавки (ВИП)

Метод ВИП обеспечивает различные способы получения новых жаропрочных изделий со стабильными структурой, фа-

зионом, молибден, тантал, интерметаллиды).

А. Метод вращающегося электрода с плазменным нагревом (метод PREP):

- ▶ производство гранул под избыточным давлением, физико-механическая обработка и капсулирование гранул;
- ▶ насыщение гранул ионами азота, фтора, бора;

Б. Способ центробежного распыления с вращающимся тиглем

В. Способ распыления расплава в циркулирующем охлаждаемом инертном газе

III. Получение порошковых изделий.

А. Получение изделий методом газостатического прессования (ГИП)

Б. Аддитивные технологии послойного синтеза изделий

В. Технология литья металлических порошков под давлением

Г. Получение композиционных изделий методом напыления металлических и керамических слоёв.



зовым составом и физико-химическими свойствами. Жаропрочные никелевые сплавы широко используются в газотурбинных двигателях, которые способны длительное время работать при высоких температурах в условиях воздействия агрессивной среды. В зависимости от состава и структуры эти сплавы классифицируются на однородные и дисперсионно-твердеющие. К однородным относятся никель-хромовые сплавы, имеющие аустенитную структуру, которая может быть

упрочнена молибденом, вольфрамом и ниобием. Для получения заготовок под последующее распыление могут быть использованы печи типа «ВИП», «УВП».

1.2. Вакуумная индукционная плавка в «холодном тигле» для получения отливок из сложнолегированных тугоплавких сплавов, интерметаллидов, нитинола (ВИПХТ)

Для получения используемых в методе PREP распыляемых электродов из сложнолегированных тугоплавких спла-



ВДП**Вакуумные дуговые установки для фасонного литья электродов из титана и других тугоплавких сплавов**

Метод дуговой плавки позволяет получать заготовки практически из любых тугоплавких металлов и сплавов, включая слитки из сплавов-композигов типа Cu-Nb, Cu-V методом сплавления расходного электрода электрической дугой в глухонный кристаллизатор.

Исследования в области технологии вакуумного литья тугоплавких металлов и изготовление специализированного оборудования для производства отливок на Ржевском ОАО «Электромеханика» проводятся более 40 лет.



вов, интерметаллидов, нитинола применяется метод индукционной плавки в холодном тигле. Благодаря данному методу, отливки для данных электродов можно изготавливать из порошковой шихты, твердых растворов или химических соединений из нескольких компонентов. На базе метода ВИПХТ получены нитинол (сплав 43% титана и 57% никеля, обладающий эффектом памяти), интерметаллиды типа TiAl, сложнолегированные прецизионные титановые

сплавы с эффектом памяти.

Из известных на сегодняшний день способов плавки, вакуумная индукционная плавка в холодном медном тигле обеспечивает:

- ▶ исключение загрязнения расплава продуктами взаимодействия с материалом тигля;
- ▶ хорошее перемешивание ванны расплава;
- ▶ боковой подвод энергии, исключающий перегрев зеркала ванны и испа-

рение элементов с большой упругостью пара;

- ▶ наличие открытого зеркала ванны и развитой свободной поверхности.

Вакуумное индукционное плавление в медном водоохлаждаемом тигле является техническим решением, которое снимает ограничение при плавке в керамическом тигле таких активных металлов как титан, цирконий, сверхпроводящих материалов, сплавов с памятью формы, магнитов, интерметаллических сплавов.

1.3. Вакуумные дуговые установки для фасонного литья электродов из титана и других тугоплавких сплавов

Метод дуговой плавки позволяет получать заготовки практически из любых тугоплавких металлов и сплавов, включая слитки из сплавов-композигов типа Cu-Nb, Cu-V методом сплавления расходного электрода электрической дугой в глухонный кристаллизатор.

Исследования в области технологии вакуумного литья тугоплавких металлов и изготовление специализированного оборудования для производства отливок на Ржевском ОАО «Электромеханика» проводятся более 40 лет. В результате на базе разработанных научно-технических основ, оригинальных технологических процессов и оборудования была создана сеть участков и цехов литья тугоплавких металлов в авиационной промышленности. Было спроектировано, изготовлено и освоено более ста вакуумных установок, обеспечивающих широкие технологические возможности и высокую надёжность при эксплуатации: 833-Д, ВДЛ-4, ДВЛ-250, ДВЛ-160М, УГЭ-3.

Важным этапом стал переход от графитовых к медным тиглям, что позволило:

- ▶ повысить температуру сливаемого металла для получения тонкостенных крупногабаритных отливок;
- ▶ исключить загрязнение металла углеродом;
- ▶ сократить время охлаждения плавильной установки на 15-25 минут за счет малой массы гарнисажа и интенсивного охлаждения;
- ▶ упростить переход с одного сплава на другой путем замены гарнисажа;
- ▶ вовлекать в процесс все кондиционные отходы.

БЗП**Бестигельная зонная плавка**

Данный метод позволяет получать заготовки из тугоплавких материалов, в частности, молибдена и вольфрама.

Для технической реализации предлагаемой технологии может быть использована специализированная установка типа «БЗП» производства ОАО «Электромеханика».



1.4. Бестигельная зонная плавка

Данный метод позволяет получать заготовки из тугоплавких материалов, в частности, молибдена и вольфрама. Для технической реализации данной технологии может быть использована специализированная установка типа «БЗП». Метод многопроходной вертикальной зонной плавки применяется для выращивания особо чистых монокристаллических материалов, обладающих высокой температурой плавления. К числу важнейших преимуществ данного метода относится возможность получения монокристаллических материалов без использования тигля. В этом случае, не происходит загрязнения расплава за счёт растворения в нём материала тигля, а в выращенном кристалле не возникает дефектов вследствие различия коэффициентов линейного расширения кристалла и материала тигля.

Монокристаллы тугоплавких ме-

таллов (вольфрам, молибден, ниобий, рений и другие) широко используются в приборостроении, ядерной энергетике, аэрокосмической промышленности, в ряде случаев являются незаменимым конструктивным материалом. Монокристаллы тугоплавких металлов обладают высокой степенью чистоты и практически не имеют пористости. Для обработки монокристаллических материалов требуется значительно более низкие температуры, чем для обработки другой структуры этих металлов. Кроме этого, в монокристаллах ликвидируется хрупкость, вызываемая образованием окислов и плёнок вдоль границ зерен. Это позволяет проводить штамповку и прокатку металла при более низких температурах.

II. Получение металлического порошка, включая гранулы из тугоплавких металлов и сплавов (титан, цирконий,

ниобий, молибден, тантал, интерметаллиды)

Производство металлических гранул, включая жаропрочные, титановые и тугоплавкие сплавы, направлено на выпуск заготовок дисков для газотурбинных двигателей авиакосмического назначения, газотурбинных установок стационарной энергетике и газоперекачивающих станций магистральных газопроводов, изготовления пористых насадок (фильтров, катализаторов и т.п.) в химических производствах, других высокофункциональных изделий.

В промышленном производстве используются следующие способы, обеспечивающие получение материала в форме порошка: центробежное распыление расходуемой заготовки, центробежное распыление с вращающимся тиглем, газоструйное распыление, центробежное распыление с электронно-лучевым нагревом.

Получение высококачественного металлического порошка, включая гранулы из тугоплавких металлов и сплавов

ЦЕНТРОБЕЖНОЕ РАСПЫЛЕНИЕ ГРАНУЛ



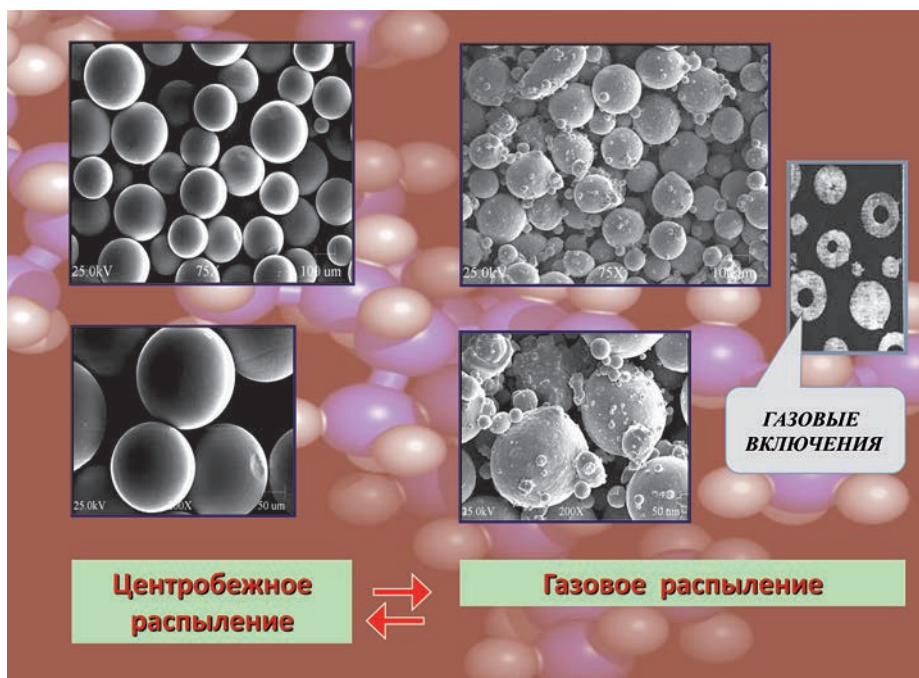
(управление скоростью кристаллизации)

ТИГЕЛЬНОЕ ЦЕНТРОБЕЖНОЕ РАСПЫЛЕНИЕ ГРАНУЛ



ГАЗОВОЕ РАСПЫЛЕНИЕ ГРАНУЛ





Распыление (атомизацию) широко применяют при производстве порошков многокомпонентных сплавов, в частности, с аморфной структурой, которая позволяет достичь равномерного химсостава композиции, даже при содержании легирующих компонентов выше их предела растворимости в основном компоненте сплава. Кроме того, порошки, полученные диспергированием расплавов, имеют форму частиц, близкую к сферической.

Основные технологии получения порошков для АМ-машин – атомизация: газовая, вакуумная и центробежная.

Для получения мелких порошков, наиболее часто применяемых в аддитивных технологиях, используют т.н. VIM – атомайзеры (Vacuum Induction Melting), в которых плавильную камеру вакуумируют для минимизации контакта расплава с кислородом и азотом. А саму технологию получения порошков с использованием машин для вакуумного плавления называют

ют VIGA – Vacuum Induction Melt Inert Gas Atomization.

Атомайзеры типа VIGA применяют, в частности, для получения следующих порошков:

- ▶ жаропрочных Ni-сплавов для деталей авиационных и стационарных турбин;
- ▶ сплавов на основе Co для использования в медицине, стоматологии и производстве мишеней ионного распыления;
- ▶ порошков для плазменного напыления, например, защитных покрытий на детали из жаропрочных сплавов;
- ▶ порошков для гранульной металлургии для автомобильных деталей массового производства;
- ▶ композиций для спекания в порошковом слое (Co – сплавы, драгоценные металлы) для применения в АМ-машинах;
- ▶ высоколегированных сталей с очень высоким содержанием карбидов;
- ▶ цветных металлов, например, медных или оловянных сплавов для разного применения.

Технология индукционной плавки электрода с распылением газом EIGA (Electrode Induction Guide Inert Gas Atomization) – вид газовой атомизации, разработанный специально для получения порошков реактивных металлов – Ti, Zr, Hf, V, Pt, Ir, Nb, Mo и т.д.

Плавление производится опусканием медленно вращающегося электрода в кольцевой индуктор. Капли металла каплют с электрода в систему форсунок и распыляются инертным газом.

Способ центробежного распыления с вращающимся тиглем позволяет в качестве исходного материала использовать окатыши или проволоку, что позволяет существенно сократить расходы. Данный способ позволяет получать порошок шарообразной формы химически активных металлов, таких, как: титан, цирконий, ниобий, тантал, сплавов на их основе, интерметаллидов, например, системы титан – алюминий, титан – никель, шарообразного карбида вольфрама, который обладает высокой твердостью и уникальной стойкостью к абразивному и ударному износу.



Для реализации технологии PREP возможно использование оборудования производства ОАО «Электромеханика» модели УЦРТ, УЦРИ, ГРАНУЛА

При проектировании учитывался многолетний опыт эксплуатации аналогичного оборудования, был реализован целый ряд новых конструкторских решений, позволивших существенно расширить технологические возможности:

- широкий диапазон вращения заготовки, обеспечивающий регулируемую частоту вращения до 25000 об/мин;
- увеличенная мощность плазматрона;
- широкий диапазон механизма подачи заготовки.
- для увеличения скорости кристаллизации и плотности гранул повышенное давление в камере распыления

Среди различных методов получения порошков в РФ наибольшее распространение получил метод вращающегося электрода с плазменным нагревом (PREP). Вращающийся электрод подаётся в камеру распыления, где в результате оплавления плазменной дугой на торце электрода образуется жидкая плёнка металла толщиной в несколько раз меньше диаметра образующегося порошка. Отделение частицы от электрода происходит с торцевого жидкого венца, диаметр которого больше диаметра электрода.

К числу преимуществ метода PREP следует отнести создание плотных безгазовых частиц шарообразной формы. Данный метод включает в себя следующие этапы:

- ▶ формирование тонкой плёнки расплавленного металла размером 20-50 микрон на торце электрода вследствие воздействия плазмы;
- ▶ движение жидкого металла к периферийной обогреваемой поверхности электрода и образование венца;
- ▶ перетекание расплава в формирующиеся на венце головки произвольной формы;
- ▶ отрыв частиц от венца при превышении сил центробежного ускорения по сравнению с силами поверхностного натяжения.

Приведённый механизм показывает, что на первом этапе (формировании частицы до момента её отделения от венца) её взаимодействие с газовой средой практически отсутствует. Следовательно, исключается появление частиц с газовыми и прочими включениями. Охлаждение и кристаллизация частиц в смеси инертных газов происходит на втором этапе. При скоростях кристаллизации свыше 103-104°С/с образуются частицы с мелкозернистой структурой.

В отличие от порошка, сформированного с помощью метода газового распыления, порошки, полученные методом PREP, отличаются шарообразной формой, низким содержанием газовых примесей (кислород, азот, водород), высокой плотностью.

В настоящее время значительную актуальность получил процесс получения порошка титаносодержащих сплавов, молибдена, а также интерметаллидов таких

металлов как цирконий, ниобий, вольфрам.

Следует отметить, что с прикладной точки зрения метод PREP является наиболее проработанным в РФ – на протяжении нескольких десятилетий для его реализации изготовлено семейство специализированного технологического оборудования типа «УЦР» (ОАО «Электромеханика»). В настоящее время на установках центробежного распыления типа «УЦР» получены гранулы сложных сплавов, в том числе титаносодержащих сплавов, молибдена, а также интерметаллидов. Для реализации технологии PREP возможно использование современного оборудования производства ОАО «Электромеханика» модели УЦРТ, УЦРИ, ГРАНУЛА.

При проектировании учитывался многолетний опыт эксплуатации аналогичного оборудования, был реализован целый ряд новых конструкторских решений, позволивших существенно расширить технологические возможности:

- ▶ широкий диапазон вращения заготовки, обеспечивающий регулируемую частоту вращения до 25000 об/мин;
- ▶ увеличенная мощность плазматрона;
- ▶ широкий диапазон механизма подачи заготовки.
- ▶ повышенное давление в камере рас-

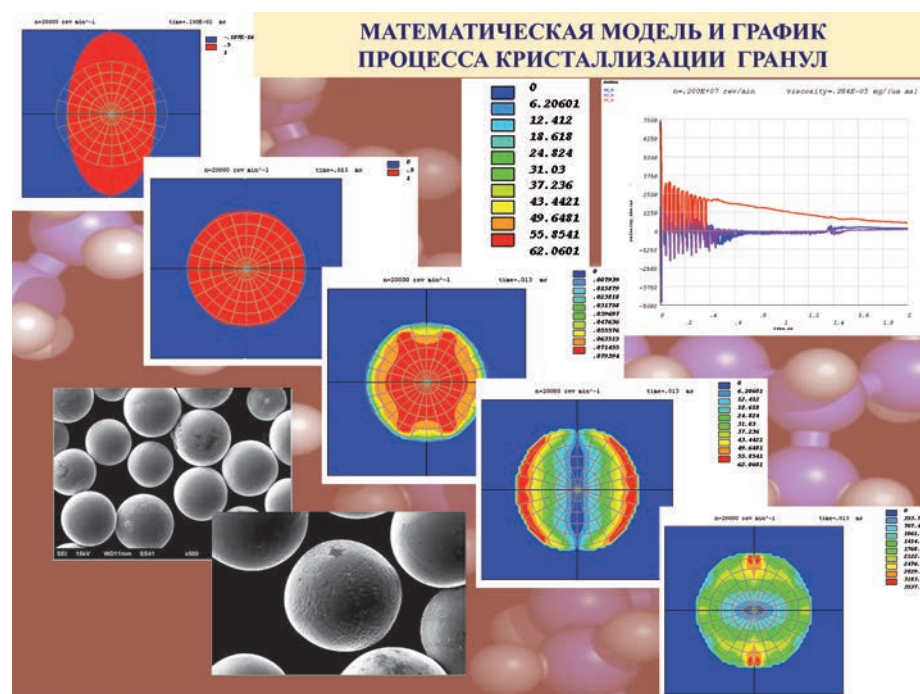
пыления для увеличения скорости кристаллизации и плотности гранул.

Блок приводов установки типа «УЦРТ» включает следующие составные части: камеру барабанов, приводы вращения барабанов и подачи заготовок, узел контроля температуры, вибрации, давления и положения прижимного ролика. В камере барабанов устанавливается привод вращения заготовки, состоящий из барабанов и платформы.

Узел горения дуги (плазматрон) представляет собой конструкцию с системой водяного охлаждения и газовыми каналами для подачи газа в плазматрон. Плазматрон мощностью до 200 кВт обеспечивает формирование высокотемпературной струи, необходимой для получения порошка.

Газовая система установки «УЦРТ» включает два поста рециркуляции газа: пост плазматрона и пост блока приводов, которые сообщены между собой всасывающим трубопроводом компрессоров. Система подачи инертного газа обеспечивает заполнение рабочего объема установки инертным газом до избыточного давления, а также обеспечивает циркуляцию инертного газа через плазматрон во время рабочего процесса распыления.

Математическая модель, результаты которой приведены на слайде, показывает процесс кристаллизации частицы





(метод PREP). Поверхность частицы после отделения от венца стремится принять равновесную форму под влиянием капиллярных сил, вызванных различными радиусами кривизны на поверхности частицы. Воздействие капиллярных сил на частицу приводит к появлению пульсаций. Происходит перемещение жидкого металла с высокой частотой при достаточно малых размерах капель, что увеличивает коэффициент теплоотдачи и благоприятно влияет на структуру гранулы.

Высокочастотные колебания являются одним из явлений, объясняющих высокий коэффициент теплоотдачи частиц в процессе получения порошка методом PREP. Высокочастотные колебания поверхности и перетекание жидкого металла из одной области в другую способствуют дополнительному охлаждению и формированию однородной структуры без газовых включений.

Функционирование технологической стадии производства и физико-меха-

нической обработки гранул обеспечивается следующим комплексом основного и вспомогательного оборудования.

Основное оборудование:

- ▶ установка плазменной плавки и центростремительного распыления быстровращающейся заготовки типа «УЦРТ» производительностью по распылению до 80÷100 кг/час.
- ▶ установка классификации гранул по размеру типа УРПФ с многочастотным генератором колебаний;
- ▶ установка магнитной сепарации гранул от ферромагнитных включений (частиц);
- ▶ установка электростатической сепарации и отделения из гранул неметаллических частиц типа ЭС 32/50;
- ▶ установка засыпки, уплотнения и герметизации капсул с гранулами типа УЗГК, предназначенной для работы с капсулами диаметром до 1200 мм и массой до 300 кг.

Вспомогательное оборудование:

- ▶ манипулятор с комплектом приемно-раздаточных перемещаемых транспортных бункеров под гранулы;
- ▶ система хранения, подачи и регенерации тонкоочищенного инертного газа, обеспечивающая газоснабжение установок комплекса основного оборудования;
- ▶ подъемно-транспортные устройства и механизмы, обеспечивающие подачу/прием входящих материалов и вывоз готовой продукции.

Для изготовления капсул используют:

- ▶ ножницы листовые модели НЗ121;
- ▶ двухдисковые одноступенчатые ножницы с наклонными ножами модели Н4418 – для края заготовок из листа;
- ▶ токарные станки моделей 163, 1А64, 165 – для механической обработки заготовок;
- ▶ сверлильный станок 2Н135 – для высверливания отверстий в заготовках;
- ▶ гидравлический пресс для холодной штамповки элементов капсул усилием 12МН.

Изготовленные элементы капсул затем поступают на механическую обработку, подготовку к сварке, сборку и т.д.

Ручную сборку и электросварку капсул осуществляют на сварочном столе

СОЗДАНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНО НОВЫХ НАНОСТРУКТУРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Получаемые нанопорошки	
Металлы:	W, Mo, Ni, Co, Zn, Cu, Ta, Nb (20-100 нм)
Оксиды:	Al ₂ O ₃ , TiO ₂ , ZrO ₂ (50-200 нм)
Соединения:	TiC/Nb, TiN, TaC, NbC (30-200 нм)
Плазмообразующий газ	
	Воздух
	Азот
	Азот+водород
	азот+водород+углеродород
	Углеродород+воздух
Исходный материал	
Порошок	металлы (10-40 мкм)
	оксиды металлов (20-60 мкм)
Пар	хлорид титана
Электрическая мощность разряда 5 – 15 кВт	
Расход плазмообразующего газа 1,5 – 4 м ³ /ч	
Энтальпия плазменной струи 5 – 30 МДж/м ³	
Производительность по нанопорошку 0,1 – 1,0 кг/час	
Реактор	
диаметр	80-200 мм
длина	300-600 мм
температура стенки	100-1000 С

с использованием винтовых струбцин. Для фиксации свариваемых отбортовок элементов капсул толщиной 2 мм и их вращения при ручной электросварке используют вращатель с прижимом. Для полуавтоматической аргоно-дуговой электросварки круговых швов капсул применяют консольный автомат модели АРК-М и с головкой АСГВ, либо другого типа, который обеспечивает выполнение заданных режимов сварки. Для вращения капсул при электросварке круговых швов используют манипуляторы модели МАС-1 или МАС-2. Для проверки герметичности капсул используют течеискатели ТИ-1-30 и ТИ-1-14.

Для получения изделий из нанопорошков актуально создание специализированного участка плазмохимического синтеза и механосинтеза.

Для повышения механических и теплофизических свойств гранул проводятся технологические операции:

- ▶ плакирования гранул;
- ▶ получение армированных гранул;
- ▶ насыщение гранул ионами азота, фтора, бора.

При помощи обработанных гранул можно получать слои изделий на основе оксидов, карбидов, нитридов, а также создавать разнообразные композиционные материалы с прогнозируемыми характеристиками.

Получение изделий методом горячего изостатического прессования

При формировании изделий из порошка методом горячего изостатического прессования на гранулы одновременно действует высокое равнонаправленное внешнее давление и высокотемпературный нагрев. К настоящему времени данным методом изготовлено и эксплуатируется более 500 тысяч деталей авиационных газотурбинных двигателей

Гранулы в засыпке под действием высокого равномерного давления на оболочку (капсулу) при нагреве увеличивают плотность до 100% и диффузионно срачиваются по контактным поверхностям до монолитной плотной структуры, образуя изделие с формой, соответствующей форме капсулы. Последующие операции обработки данной плотной компактной заготовки включают механическую и тер-



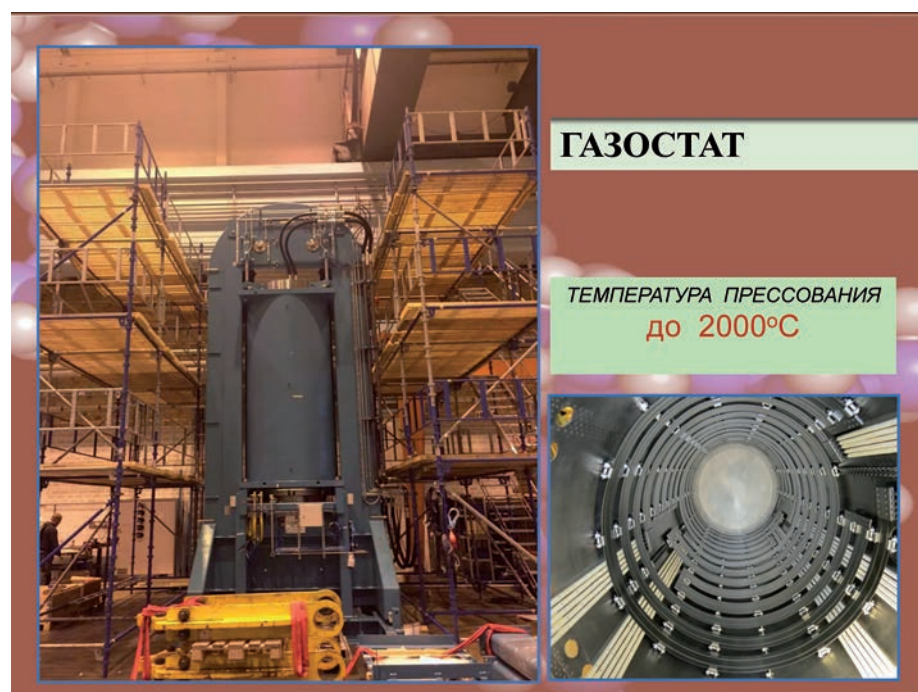
мическую обработку, которые доводят заготовку до заданной конфигурации, размеров и комплекса физико-механических свойств, обеспечивающих ее использование в изделиях ответственного назначения.

Указанная технология металлургии гранул включает ряд последовательных стадий производства изделия, а именно:

- ▶ заготовительную стадию, на которой обеспечивается получение литой либо катаной прессованной шли-

фованной заготовки (ЛШЗ), которую затем перерабатывают на гранулы;

- ▶ стадию получения гранул титановых и тугоплавких сплавов;
- ▶ классификацию гранул по крупности, магнитную и электростатическую сепарацию примесных частиц, засыпку кондиционных гранул в капсулу под вакуумом и ее герметизацию электронным лучом;
- ▶ объёмную имплантацию металлических гранул ионами азота, бора, фто-



ВАКУУМНАЯ ЗАСЫПКА, ГЕРМИТИЗАЦИЯ, ГОТОВЫЕ КАПСУЛЫ



ра, кислорода в зависимости от технологического назначения изделия;

- ▶ стадию горячего изостатического прессования капсулы с гранулами и получение плотной заготовки;
- ▶ стадию предварительной обработки плотной черновой заготовки, включающую удаление с поверхности заготовки капсульной оболочки и закладных элементов и ее обточку до предварительных размеров, с которыми заготовка поступает на термическую обработку (высокотемпературный отжиг и закалку);
- ▶ стадию термической обработки, при которой заготовку подвергают закалке и старению, придающим металлу заготовки комплекс необходимых механических свойств;
- ▶ финальную стадию чистовой механической обработки, обеспечивающую доводку конфигурации и размеров заготовки до характеристик, заданных техническими условиями на поставку изделия заказчику.

Общая мощность проектируемого производства в расчете на выход готовых кондиционных изделий должна составлять до 80 тонн в год.

На стадии производства и физико-механической обработки гранул возникает потребность в капсулах, изготовление которых сосредоточено на самостоятельном участке изготовления металлических

капсул различных типоразмеров и конфигураций.

На стадии предварительной обработки заготовок (после ГИП) для удаления с них оболочек капсул и закладных элементов используют специальное трапециевидное отделение – участок, на котором

химическим путем удаляют (стравливают) указанные элементы в ваннах с горячим кислотным раствором.

Основным видом товарной продукции данного проектируемого производства являются заготовки дисков, передние и задние корпуса компрессоров газотурбинных двигателей, изделия типа диска (вала) для газотурбинных двигателей авиационного назначения.

Термическая и механическая обработка заготовок

Термообработку проводят в два этапа – закалка и старение в технологическом оборудовании под избыточным давлением, что позволяет одновременно проводить операции газовой обработки. При этом для отжига-закалки применяют сов-

ременные вакуумные печи (ПВ), оборудованные системами регламентированного газового охлаждения (особенно для новых перспективных сплавов), а для старения – атмосферные камерные печи типа АРН.

Заготовки изделий подвергают контролю качества, который включает:

- ▶ контроль химического состава;
- ▶ контроль геометрических параметров и шероховатости поверхности;
- ▶ контроль механических свойств;
- ▶ контроль макроструктуры, микроструктуры и характера излома;
- ▶ контроль внутренних дефектов;
- ▶ периодические (всесторонние) испытания.

Комплекс механических свойств заготовок контролируют с определением следующих характеристик:

- ▶ прочностные и пластические показатели на растяжение при комнатной и повышенной температурах;
- ▶ длительная прочность;
- ▶ ударный изгиб;
- ▶ твердость;
- ▶ сопротивление малоцикловой усталости.

Для решения поставленных задач

...Развитие вышеуказанных технологий обеспечит стране передовые позиции в решении ключевых задач в области обороноспособности, авиационной, космической и других передовых отраслях

использованы современные методы исследований и уникальная измерительная аппаратура:

- ▶ сканирующий интерференционный микроскоп ZYGO NewView 7300;
- ▶ атомно-силовой микроскоп Solver 47H с приставкой для исследования модуля Юнга и твердости на наноуровне;
- ▶ растровый электронный микроскоп фирмы Jeol 6510 LV;
- ▶ система микроанализа INCA Energy++ фирмы Oxford Instruments;
- ▶ исследовательский инвертированный микроскоп Axiovert 200 MAT;
- ▶ электронный измеритель шероховатости TR200;
- ▶ оптический профилометр NanoMap фирмы SEAP Technology (США);

Аддитивные технологии послойного синтеза изделий

Следует отметить несколько подходов для реализации аддитивных технологий послойного синтеза изделий:

- ▶ селективное лазерное спекание/плавление;
- ▶ электронно-лучевое плавление;
- ▶ электронно-лучевая наплавка.

В современных условиях одной из приоритетных задач является создание и развитие импортозамещающих технологий и специализированного технологического оборудования для их реализации. В области аддитивных технологий для РФ характерна почти полная зависимость от иностранного оборудования. Для реализации процесса селективного лазерного синтеза используется иностранное оборудование типа EOSINT:

1. EOSINT M280 позволяет изготавливать порошковые изделия из металлического порошка методом лазерного сплавления (DMLS). Построение происходит послойно. Детали любой сложности изготавливаются по данным CAD в автоматическом режиме. Технические данные установки EOSINT M280:

- ▶ максимальный размер изделий – 250 x 250 x 325 мм;
- ▶ скорость построения – 2-20 мм³/с;
- ▶ толщина слоя – 0.02-0.08 мм;
- ▶ тип лазера – твёрдотельный на 200Вт/400Вт.

2. EOSINT M400 позволяет изготавливать порошковые изделия большого размера (400 x 400 x 400 мм) из металлического порошка методом лазерного сплавления (DMLS). Построение происходит послойно. Установка построена по модульному принципу, оснащена твёрдотельным лазером мощностью 1000 Вт. Установки типа EOSINT позволяют получать изделия из бронзы, нержавеющей и мартенситной стали, алюминиевых, никелевых, хромо-кобальтовых, титановых сплавов.

Процесс синтеза изделий электронным лучом относительно новый, но уже успешно показавший большие перспективы своего использования в аэрокосмической промышленности для изготовления широкой номенклатуры деталей и конструкций самолетов, вертолетов, космических ракет и подсистем, а так-



же в ортопедии, для изготовления имплантатов. В его основу положена операция послойного спекания/плавления металлического порошка в вакууме с помощью электронно-лучевой пушки. Данный подход отличает, быстрый переход к изготовлению трехмерных изделий непосредственно от системы автоматизированного проектирования, возможность использования широкого спектра металлов и сплавов, в том числе тугоплавких.

Можно выделить несколько особенностей процесса электронно-лучевого спекания/плавления по сравнению с более традиционными прикладными технологиями:

- ▶ безокислительная среда для синтеза химически активных материалов;
- ▶ возможность синтеза тугоплавких металлов и сплавов;
- ▶ дополнительная очистка порошка в процессе обработки;
- ▶ объёмный источник тепла вследс-





твие пробега электронов вглубь порошка;

- ▶ малый диаметр пучка в месте его встречи с подложкой;
- ▶ высокая удельная поверхностная плотность луча;
- ▶ периодический характер приложения тепловой нагрузки к каждой точке поверхности подложки;
- ▶ зависимость тока фокусировки луча от угла его отклонения (для электронных пушек без преломления луча).

Для реализации процесса электронно-лучевого синтеза используется иностранное оборудование типа «Arcam» (Швеция), отличающееся быстрым переходом к изготовлению трехмерных изделий непосредственно от системы автоматизированного проектирования. В качестве исходного материала, как правило, применяется порошок одного химического состава, например, титановый сплав ВТ6. Размеры изготавливаемых деталей (длина x ширина x высота) – 200x200x350

мм (Arcam A2, Rapid Manufacturing, Швеция), 200x200x180 мм (Arcam A10, Rapid Manufacturing, Швеция). Мощность пушки – 3,5 кВт.

Для дальнейшего развития аддитивных технологий в настоящее время актуально стоит задача быстрого получения изделий сложной геометрической формы из многокомпонентных композиционных материалов. Получение изделий из композиционных материалов с необходимым комплексом прочностных и пластичных свойств достигается сочетанием основного и упрочняющего порошка. Для решения данной задачи предназначены специализированные установки типа «СЭС», которые разрабатываются и изготавливаются на ОАО «Электромеханика».

Разработанная установка «СЭС-1» позволяет получать из гранул химически активных тугоплавких сплавов изделия сложной геометрической формы в автоматическом режиме на базе компьютерных объемных геометрических моделей.

В процессе «роста» изделия осуществляется заданное формирование структуры изделия с помощью локальной термической обработки изделия электронным лучом. В качестве первичных ячеек выступают гранулы химически активных металлов различных фракций, из которых формируется упаковка.

Электронно-лучевая пушка, работающая в непрерывном и импульсном режимах, позволяет осуществить модифицирование поверхности с целью создания упрочняющей фибры. Модификация поверхности может быть осуществлена в двух режимах: без оплавления и с оплавлением. Для первого режима реализуется эффект термоупрочнения тонкого приповерхностного слоя металла, процесс зонального отжига, явления фазообразования и структурных изменений в кристаллах. Второй режим модифицирования применяют для гомогенизации, рафинирования, перемешивания в жидкой фазе компонентов, не образующих сплавов в равновесных условиях, образования метастабильных соединений и стеклообразных сплавов.

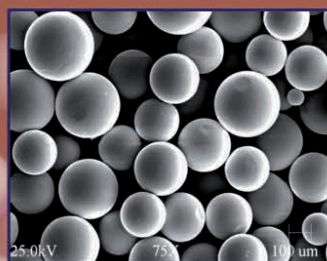
Комплекс состоит из следующего промышленного оборудования:

- ▶ вакуумное плавильное оборудование (вакуумные индукционные печи,

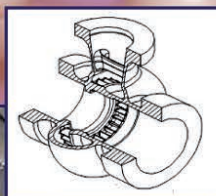


ИНТЕГРАЦИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

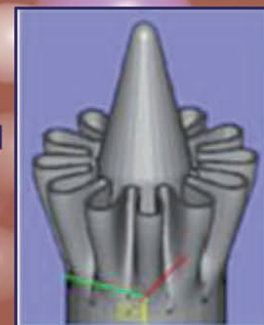
ГОТОВОЕ ИЗДЕЛИЕ



ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЗАКЛАДНОЙ



СБОРКА КАПСУЛЫ С ЗАКЛАДНОЙ



индукционные печи с «холодным» тиглем, а также установки бестигельной зонной плавки);

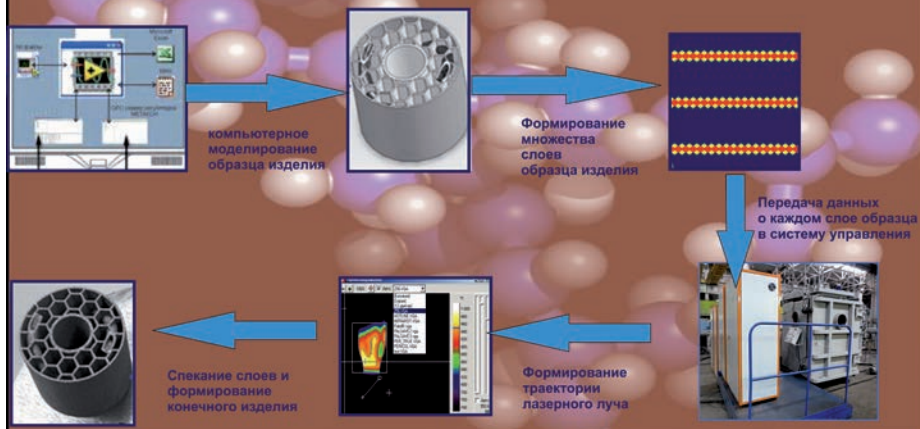
- ▶ промышленные установки центробежного распыления для получения сферических гранул практически любых металлов и сплавов;
- ▶ оборудование для послойного синтеза лазерным лучом;
- ▶ оборудование для послойного синтеза электронным лучом типа «СЭЛС».

Технология литья металлических порошков под давлением

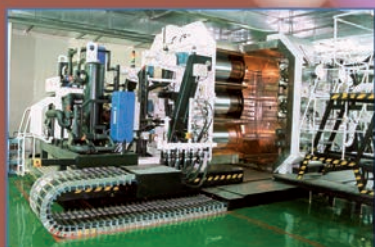
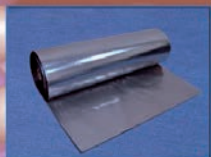
Производящиеся в настоящее время в РФ для различных областей промышленности (авиационной, машиностроительной, медицинской, оружейной и т.п.) комплектующие уступают иностранным аналогам по конкурентоспособности в значительной степени из-за упрощения

Разработанная на ОАО «Электромеханика» установка «СЭЛС-1» позволяет получать из гранул химически активных тугоплавких сплавов изделия сложной геометрической формы в автоматизированном режиме на базе компьютерных объемных геометрических моделей.

Схема синтеза изделий



ИЗГОТОВЛЕНИЕ МИШЕНЕЙ, КАТОДОВ, ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ НА ОСНОВЕ ГРАНУЛЬНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ



формы, которая приводит к снижению эксплуатационных характеристик. Предприятия, способные в кратчайшие сроки обеспечить выпуск большого количества сложных деталей, отсутствуют. Основная причина – отсутствие современных технологий, морально и физически устаревший парк оборудования. Это не позволяет обеспечить экономически эффективное

производство деталей сверхсложной формы с высокими требованиями по точности и прочности, не требующих дополнительной обработки перед сборкой составного изделия.

При использовании традиционных технологий производства с применением порошковой металлургии материал, состоящий из одного или смеси металлов,

помещается в пресс-форму. В ней давлением различных частей формируется заготовка будущей детали. В дальнейшем заготовки помещают в высокотемпературную печь для сплавления порошка. При таком производстве отклонения от требуемого размера получаемой детали и последующая механическая обработка неизбежны, что ведет к понижению качества выпускаемой продукции.

Последовательность технологических операций при литье порошков под давлением:

- ▶ смешивание высокодисперсных металлических порошков со связующим полимером;
- ▶ литье под давлением;
- ▶ удаление пластификатора;
- ▶ спекание детали.

Реализация проекта дает возможность не только автоматизировать процесс изготовления ответственных деталей сложной формы, трудоемких формообразующих деталей, которые ранее производились на станках с ЧПУ с большой долей ручного малопродуктивного труда, но и предоставит принципиально новые возможности по созданию наноструктурных материалов с использованием современных технологий.

С помощью данной технологий становится возможным изготовление в массовом крупносерийном производстве деталей с заданной точностью и качеством, из качественно новых композиционных материалов, технические характеристики которых находятся на уровне мировых аналогов, а в ряде случаев превосходят их.

Основы предлагаемых технологий изготовления сложных объемных конструкций на основе термостатической деформации гранул с последующим термостатированием уже прошли промышленную апробацию на российских предприятиях при производстве различных изделий промышленности.

Комплекс для изготовления деталей состоит из следующего промышленного оборудования:

- ▶ вакуумное плавильное оборудование (вакуумные индукционные печи,

Создание конкурентоспособного отечественного оборудования для газотермического напыления и наплавки



Роботизированные комплексы компании «Sulzer Metco AG» (Швейцария)



индукционные печи с «холодным» тиглем, а также установка бестигельной зонной плавки);

- ▶ промышленная установка центрального распыления для получения сферических гранул практически любых металлов и сплавов;
- ▶ оборудование для лабораторного анализа порошков;
- ▶ установка для формования изделий из качественных порошковых материалов методом впрыскивания (при температуре от 170°C до 200°C происходит плавление полимерного связующего, гранулы превращаются в единую массу и под давлением заполняют нагретую до температуры от 125-145°C пресс-форму, где происходит его затвердевание);
- ▶ печь для удаления связующего полимера, полуфабрикат помещается в печь, где под воздействием температуры 110°C - 140°C в присутствии азотной кислоты и в потоке инертного газа из него удаляется связующий полимер;
- ▶ высокотемпературная печь с регулируемой атмосферой (вакуум, азот, водород в зависимости от марки спекаемого материала) для спекания конечного продукта;

Важной задачей является создание конкурентоспособного отечественного роботизированного оборудования для газотермического напыления и наплавки. В настоящее время данную нишу на



отечественных предприятиях занимают комплексы компании «Sulzer Metco AG» (Швейцария).

Метод электронно-лучевого напыления, основанный на явлении испарения и конденсации паров различных материалов в вакуумной среде, позволяет получать послойно композиционные материалы из следующих комбинаций металлических и керамических систем: MeCrAlY (где Me – Ni, Co, Fe), MeCrAlYHfSiZr, керамики ZrO₂ – Y₂O₃. К числу достоинств данного метода следует отнести:

- ▶ относительно высокую производительность;
- ▶ возможность получения слоя тол-

щиной 1...3 мкм, что снижает вероятность возникновения остаточных напряжений в слое;

- ▶ возможность формирования слоя практически из любого материала;
- ▶ высокую чистоту и химическую однородность образующегося слоя;
- ▶ высокую степень автоматизации и контроля технологического процесса.

Когда верстался номер, Министерством промышленности и торговли РФ было принято решение о формировании рабочей группы, ответственной за создание аддитивных технологий в Российской Федерации, куда вошел генеральный директор ОАО «Электромеханика» Виктор Вениаминович Константинов.

ОАО «ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА» –

ПРОИЗВОДИТЕЛЬ ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ОТРАСЛИ

75 лет на рынке технологического оборудования.

75% основных деталей и узлов в летательных аппаратах изготовлено на оборудовании ОАО «Электромеханика».

75% всего оборудования ОАО «Электромеханика» изготовлено по собственным научно-техническим разработкам.

75% специальных порошков-гранул изготавливается и обрабатывается на оборудовании ОАО «Электромеханика».

75% комплектующих – собственного производства.

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

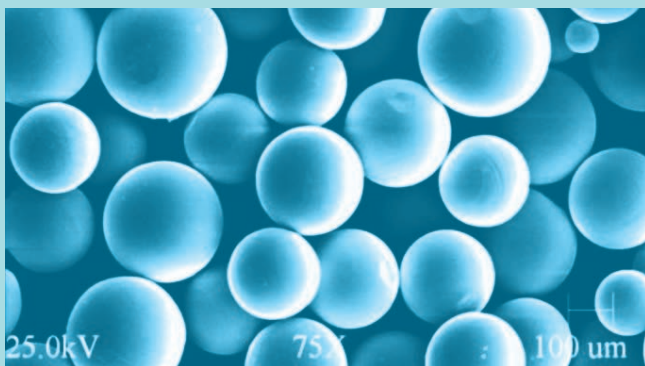
ЛОГАЧЕВА А.И., заместитель директора – начальник отдела Института новых
 металлургических технологий ОАО «Композит»

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

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

ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ГРАНУЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

В настоящей статье рассматриваются возможности синтеза новых конструкционных и инструментальных гранульных материалов. Создание новой технологии позволяет создавать материалы из гранул различного химического состава, получать материалы с программированной структурой и заранее прогнозируемыми свойствами. Повышение свойств материалов производится путем корректировки комбинации, режимов синтеза изделий и термообработки. Технология получения гранульных изделий позволяет проводить термическую обработку в импульсном или непрерывном режиме не только поверхностного слоя, но и в процессе синтеза изделия, формируя тем самым программную структуру, например, с упрочняющими фибрами.



Дальнейшее развитие авиационной, ракетно-космической техники невозможно без создания новых конструкционных материалов. Существующие на сегодняшний день технологические решения для увеличения прочности, твёрдости, износостойкости, теплостойкости материалов (напыление, наплавка защитных покрытий) не всегда обеспечивают длительного цикла эксплуатации. В настоящей статье рассматриваются возможности инновационной технологии получения гранульных изделий (ТПГИ), которая включает следующие технологические операции: формирование гранул из различных металлов и сплавов, включая гранулы тугоплавких химически активных металлов, послойный синтез изделий из порошка/гранул с помощью электронного луча (СИЭЛ), плазменного, магнетронного или электронно-лучевого напыления, других методов, высокотемпературную газостатическую обработку (при необходимости).

Создание ТПГИ, специализированное технологическое оборудование для её реализации позволит создавать композиционные материалы (КМ) из гранул различного химического состава, получать материалы с программированной структурой и заранее прогнозируемыми свойствами.

Большое значение имеют способы создания объемных КМ из порошка/гранул тугоплавких карбидов титана, никеля, вольфрама, тантала, ниобия, молибдена со связками на основе железа, кобальта, никеля, хрома. Необходимый градиент физико-механических свойств можно получить комбинацией гранул различных химических элементов, способов укладки и режимами спекания/плавления.

СПОСОБЫ УПАКОВКИ ГРАНУЛ

Способы упаковки дают различные соотношения объемов, занимаемых частицами и свободным пространством, количество границ между гранулами, а также необходимые радиусы частиц, что может существенно сказываться на свойствах материалов. При этом в одном КМ можно комбинировать различные способы упаковки, добиваясь тем самым еще большего многообразия свойств получаемых материалов.

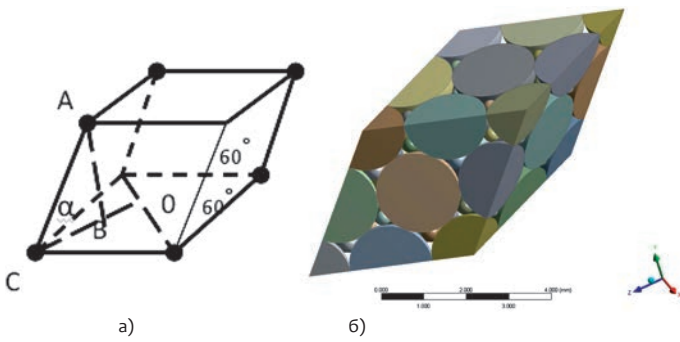


Рис. 1. Схема расчёта объёма ячейки с ГПУ (а) и элементарная ячейка ГПУ с гранулами первой фракции (б)

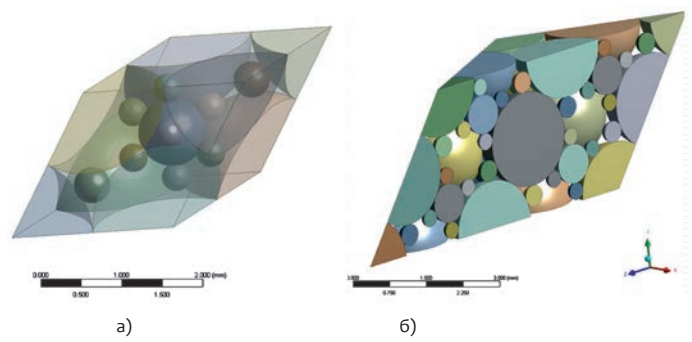


Рис. 2. Гранулы первой, второй, третьей и четвёртой фракций в ГПУ (а) и сечение по диагонали элементарной ячейки ГПУ (б)

Для прикладных решений наиболее естественной является укладка гранул в гексагональную плотнейшую упаковку (ГПУ), так как гранулы сами занимают такое положение. При этом пустоты между частицами можно заполнить гранулами последующих фракций. Плотность трехмерной упаковки $P(\%)$ сферических частиц определяется как отношение объема касающихся сфер, приходящихся на одну элементарную ячейку, к объему всей ячейки:

$$P = \frac{\sum V_{\text{частица}}}{V} \quad (1)$$

ГПУ получается из гексагонально-плотной укладки, если верхнее основание двинуть относительно нижнего так, чтобы боковые стороны из квадратов с ребром a сместились и заняли положение под острым углом 60° относительно основания (рис. 1а). Фактически гранулы верхнего слоя скатываются в лунки нижнего слоя. Элементарная ячейка ГПУ с гранулами первой фракции приведена на рис. 1б.

Для расчёта усадки ячейки гранул с ГПУ примем следующие обозначения:

- D – диаметр гранулы (все гранулы одинаковые);

- N – число гранул по ребру куба.

Объём одной гранулы:

$$V_1 = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{D}{2}\right)^3 = \frac{\pi D^3}{6} \quad (2)$$

Объём всех гранул:

$$\sum V_{\text{ГПУ}} = N^3 \cdot \frac{\pi D^3}{6} \quad (3)$$

Определим объём призмы по рис. 1а:

$$V_{\text{ГПУ}} = S_{\text{осн}} \cdot AB = N^2 D^2 \frac{\sqrt{3}}{2} = N^3 D^3 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \quad (4)$$

где

- $S_{\text{осн}}$ – площадь основания.

Тогда плотность заполнения ячейки гранул с ГПУ:

$$P_{\text{ГПУ}} = \frac{\sum V_{\text{ГПУ}}}{V_{\text{ГПУ}}} = \frac{N^3 D^3 \cdot \frac{\pi}{6}}{N^3 D^3 \frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{\pi}{3\sqrt{2}} \quad (5)$$

Отсюда усадка ячейки гранул с ГПУ равна:

$$\delta_{\text{ГПУ}} = \left(1 - \frac{\pi}{3\sqrt{2}}\right) \cong 0,2595 \quad (6)$$

Методика расчёта радиусов гранул различных фракций в ГПУ включает проведение следующих операций:

- ▶ выделение известных соседних гранул различных фракций;
- ▶ составление системы уравнений;
- ▶ решение системы уравнений: получение координат центра новой гранулы и радиуса, то есть имеем систему из четырех уравнений для определения неизвестных: r_i (радиус гранулы следующей фракции), x_i , y_i , z_i (координаты центра гранулы следующей фракции).

На рис. 2а показана элементарная ячейка с ГПУ, в которой располагаются гранулы четырех фракций: одна грану-

Предложенный способ укладки разнородных гранул различных фракций в гексагональную плотнейшую упаковку даёт различные соотношения объемов, занимаемых частицами и свободным пространством, количество границ между гранулами, необходимые радиусы частиц, что обеспечивает большое многообразие свойств получаемых композиционных материалов

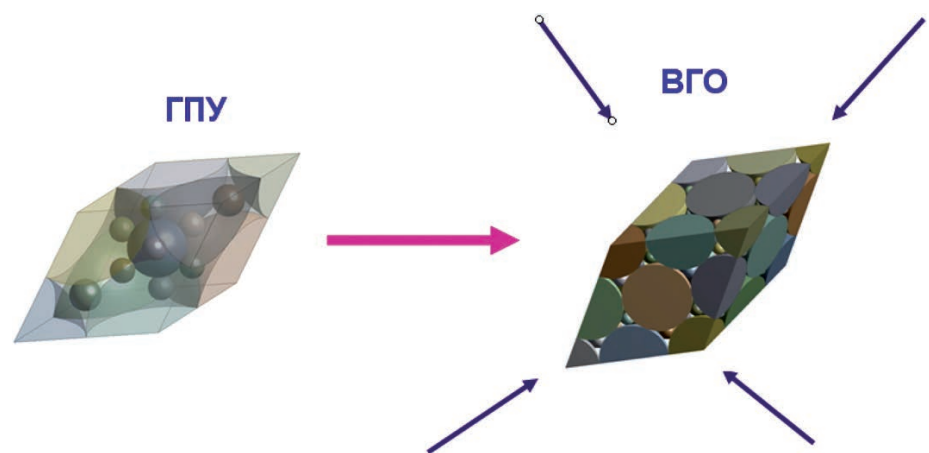


Рис. 3. Схема получения гранульных многокомпонентных материалов в результате газостатической обработки

ла второй фракции, две гранулы третьей фракции и восемь гранул четвёртой фракции.

В пустотах ячейки может располагаться наноразмерный порошок различного химического состава. Для визуализации положения гранул всех фракций в ГПУ сделаем сечение по диагонали элементарной ячейки. Изображение такого сечения представлено на рис. 26.

Следует отметить высокий уровень заполнения объёма элементарной ячейки ГПУ гранулами четырёх фракций, который равен 84,25%. Для заполнения аналогичного объёма элементарной ячейки с кубической простой укладкой понадобились гранулы девяти фракций.

К наиболее простой схеме получения многокомпонентных материалов можно отнести схему спекания гранул различных фракций в результате газостатической обработки (рис. 3).

Таким образом, можно создать КМ с заданным распределением гранул различного химического состава по всему объёму изделия в заданном порядке. Исследование подобных систем, особенности композиций гранул различного химического, фазового и фракционного составов в необходимых пропорциях с целью прогнозирования свойств новых КМ представляет собой актуальную задачу.

МЕТОДЫ СИНТЕЗА ИЗДЕЛИЯ

Получение изделий может происходить с использованием нескольких технологических методов, таких, как: послонный синтез с помощью электронного луча, плазменное и газопламенное сверхзвуковое нанесение порошковых покрытий (HVOF - High Velocity Oxy-Fuel), пайка, вакуумное спекание, электронно-лучевое напыление, магнетронное напыление и прочее.

Процесс СИЭЛ позволяет не только изготавливать изделия сложной геометрической формы в автоматическом режиме на базе компьютерных объемных геометрических моделей, но и получать искусственные композиционные материалы с упрочняющими слоями.

Электронно-лучевая пушка расположена вертикально. Ноль электронного луча находится на оптической оси

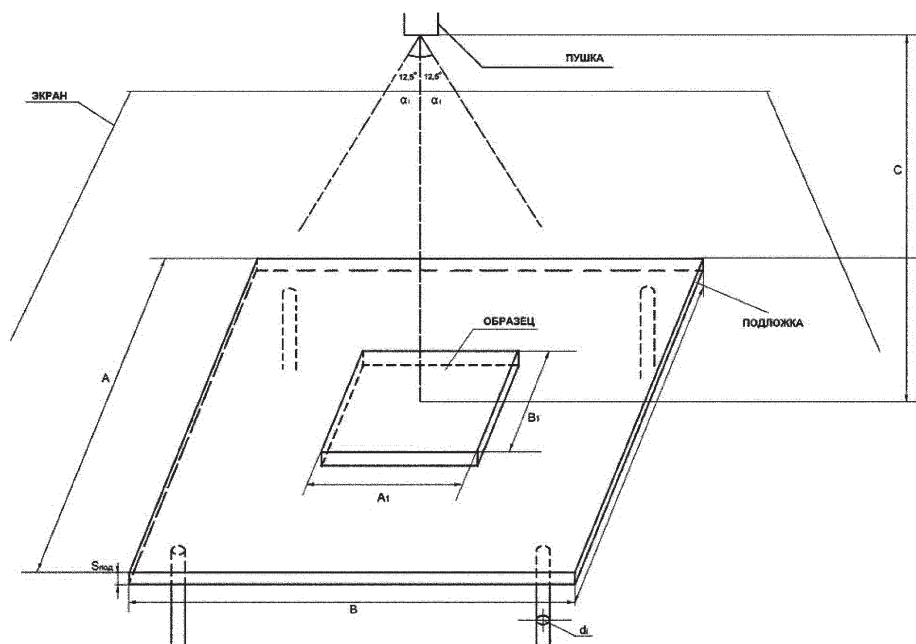


Рис. 4. Схема обработки слоя гранул электронным лучом

электронно-лучевой пушки. При нагреве катода до высокой температуры термоэлектронная эмиссия обеспечивает поток электронов. Срываясь с катода, электроны разгоняются электрическим полем, которое создается из-за разницы потенциалов между катодом и анодом. Благодаря электромагнитному полю фокусирующей системы электронный луч фокусируется на слое гранул. Отклоняющая система за счёт электромагнитного поля позволяет отклонять электронный луч на заданный по программе угол. Синтезируемое изделие располагается на металлической подложке. Для нанесения гранул используется каретка, в которой располагается нож для выравнивания гранул на поверхности. Для создания рабочего теплового режима установка оснащена тепловым экраном, который располагается над подложкой. Область действия электронного луча представлена на рис. 4.

Электронный луч перемещается по подложке или формируемому изделию со скоростью сканирования $V_{ск}$. Это эквивалентно действию (приложению) периодической тепловой нагрузки с длительностью импульса $d_0/V_{ск}$ (d_0 – диаметр луча в месте его встречи с поверхностью объекта). К числу параметров оперативного управления во время технологического процесса можно отнести ток луча $I_{л}$, скорость сканирования луча $V_{ск}$, диаметр

луча d_0 , шаг смещения луча при сканировании поверхности $S_{см}$.

Захват гранул на поверхности осуществляется специальным ножом, перемещение которого в горизонтальной плоскости с заданной программируемой скоростью $V_{н}$, в течение нескольких проходов необходимо для выравнивания гранул на подложке/изделии.

При синтезе изделия из разнородных гранул можно использовать предварительно подготовленную многокомпонентную смесь с ГПУ или, имея бункеры-питатели с набором гранул различного химического состава, последовательно подавать их на поверхность подложки с последующим их спеканием/плавлением по заданному программой сечению, формируя тем самым необходимую комбинацию гранул по всему объёму изделия.

СТРУКТУРА ИЗДЕЛИЯ

Использование концентрированного потока электронов при процессе СИЭЛ позволяет управлять структурой изделия, обеспечить локальное воздействие на элементарную ячейку. В настоящее время проведено большое количество работ по улучшению свойств слоев изделий с использованием электронного луча. Так, в инструментальных и быстрорежущих сталях в результате импульсной электронно-

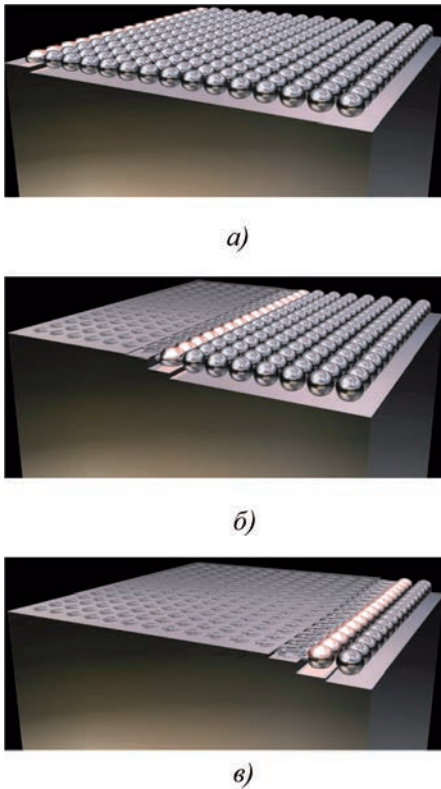


Рис. 5. Визуализация обработки поверхности сканирующим электронным лучом в горизонтальной плоскости (а, б и в – соответственно начало, середина и конец плавления одного слоя гранул в различные моменты времени)

лучевой обработки измельчаются карбиды, что приводит к повышению твердости на 20%. Кроме этого, электронно-лучевая обработка способствует повышению износоустойчивости инструмента в 2-10 раз.

Вследствие высоких скоростей нагрева и охлаждения (до 105°C/с) формируется структура сплава с мелким зерном. Известна следующая зависимость расстояния между дендритными ветвями второго порядка d от скорости охлаждения:

$$d = a/V_{\text{охл}}^n \quad (1)$$

где

- a и n – постоянные;

- $V_{\text{охл}}^n$ – скорость охлаждения.

Скорость зарождения кристаллов

возрастает с ростом скорости охлаждения, что приводит к пропорциональному уменьшению размера зерен.

ТГПИ позволяет проводить термическую обработку в импульсном или непрерывном режиме не только поверхностного слоя, но и в процессе «роста» изделия, формируя тем самым программную структуру, например, с упрочняющими фибрами. Управляющими параметрами для получения в каждом слое материала заданной структуры являются ток луча, скорость сканирования, диаметр луча в месте встречи с мишенью, время импульса луча, время паузы.

Для управления электронным пучком во времени и пространстве применяется специализированный функциональный генератор, реализованный на базе промышленного компьютера, оснащённого модулями цифро-аналогового преобразования, которые формируют сигналы управления отклоняющей системой.

Генератор позволяет:

- ▶ строить, редактировать формы тра-

прочие. При синтезе изделия из различных материалов, например, химически активных металлов (ванадий, ниобий, тантал, молибден, вольфрам) со сталью, возможно химическое взаимодействие между металлом и сталью, в результате которого могут возникать интерметаллические соединения, которые не позволяют получить материал с прогнозируемыми механическими свойствами. В этом случае, параметры процесса обработки выбирают так, чтобы плавился менее тугоплавкий металл, а второй оставался в твёрдом состоянии. Нагрев подложки, слоя гранул осуществляется электронным лучом. Это позволяет точно дозировать вводимую тепловую энергию и место ввода этой энергии, чтобы избежать плавления более тугоплавкого металла. Снизить вероятность появления интерметаллических слоёв на поверхности контакта тугоплавкого металла и стали можно, уменьшив температуру и время контакта тугоплавкого металла с жидкой сталью.

Результаты проведенных испытаний показали, что образцы полученные методом послойного электронно-лучевого синтеза из гранул титанового сплава ВТ-6 по механическим свойствам не уступают образцам, изготовленных из аналогичного литейного сплава, а по ряду характеристик превосходят их

ектории луча и программно выводить их с заданной частотой для управления лучом установки;

- ▶ задавать различные режимы изменения тока луча и фокусировки.

При создании материалов, значительно отличающихся температурой плавления и свойствами, во время процесса целесообразно сочетать СИЭЛ с другими методами: пайка, напыление и

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Внешний вид образцов из гранул титанового сплава ВТ-6, полученных методом электронно-лучевого синтеза на установке Агсам А2 (Швеция), приведён на рис. 6.

Титановый сплав ВТ-6 применяется для изготовления крупногабаритных сварных и сборных конструкций летательных аппаратов, баллонов, работаю-

Таблица 1

Химический состав в % сплава ВТ6

<i>Fe</i>	<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>V</i>	<i>N</i>	<i>Ti</i>	<i>Al</i>	<i>Zr</i>	<i>O</i>	<i>H</i>	Примесей
до 0,6	до 0,1	до 0,1	3,5–5,3	до 0,05	86,45–90,9	5,3–6,8	до 0,3	до 0,2	до 0,015	прочих 0,3



Рис. 6. Образцы, полученные по ТПГИ

щих под внутренним давлением в широком интервале температур и целого ряда других изделий. Химический состав сплава VT-6 по ГОСТ 19807-91 представлен в табл. 1.

При проведении процесса послойного синтеза образца из сплава VT-6: были выбраны следующие технологические режимы:

1. Формирование внешнего контура: скорость перемещения луча 340 мм/с, ток луча – 4 мА, ток фокусировки – 3 мА, ускоряющее напряжение – 60 кВ, давление в рабочей камере – $1,3 \cdot 10^{-3}$ Па.
2. Формирование плоскости: скорость перемещения луча 4530 мм/с, ток луча – 15 мА, ток фокусировки – 3 мА, ускоряющее напряжение – 60 кВ, давление в рабочей камере – $1,3 \cdot 10^{-3}$ Па.

Операция ВГО позволяет устранить возможные внутренние дефекты в образцах, полученных по технологии СИЭЛ. Кроме этого ВГО позволяет при определённых технологических режимах проводить термическую обработку образцов с целью повышения прочностных механических свойств. На рис. 6 представлен образец из гранул титанового сплава VT-6 после газостатической обработки.

Для исследования влияния термической обработки на механические свойства, титановые образцы, полученные электронно-лучевым синтезом, были подвергнуты высокотемпературной газостатической обработке.

Высокотемпературная газостатическая обработка гранульных титановых образцов была проведена в следующей последовательности:

- ▶ нагрев образца в рабочем пространстве газостата до температуры 940°C со скоростью нагрева $100^{\circ}\text{C}/\text{час}$;
- ▶ доведение давления в рабочем пространстве газостата от начального (давления заправки газа компрессорами) до заданной величины давления (до 1000 атмосфер) в цикле вследствие нагрева газа;
- ▶ выдержка образца при заданной температуре и давлении в течение двух часов;
- ▶ естественное охлаждение.

Результаты проведенных испытаний показали, что образцы, полученные методом послойного электронно-лучевого синтеза из гранул титанового сплава VT-6, по механическим свойствам не уступают образцам, изготовленным из аналогичного литейного сплава, а по ряду характеристик превосходят их.

ВЫВОДЫ

1. Технология получения гранульных изделий, базируясь на современных методах порошковой/гранульной металлургии, послойного синтеза электронным лучом, плазменного нанесения порошковых покрытий, электронно-лучевого и магнетронного напыления, вакуумного спекания, позволяет создавать искусственные композиционные материалы с упрочняющими фазами в виде волокон.

2. Предложенный способ гексагональной плотнейшей упаковки разнородных гранул различных фракций даёт различные соотношения объемов, занимаемых частицами и свободным пространством, коли-

чество границ между гранулами, необходимые радиусы частиц, что обеспечивает большое многообразие свойств получаемых композиционных материалов.

3. Технология получения гранульных изделий позволяет получать новые материалы с программируемой структурой из гранул различного химического состава, включая гранулы химически активных материалов. В процессе «роста» изделия можно осуществлять формирование заданной структуры изделия с помощью локальной термической обработки изделия электронным лучом. Высокая энергия электронного

пучка позволяет добиться высокой скорости плавления слоя и малого времени кристаллизации расплавленного металла, что обеспечивает формирование изделия с высокими механическими и теплофизическими свойствами.

4. Сочетание технологических методов при синтезе изделия можно реализовать в рамках одной многокамерной установки или в нескольких специализированных установках. Электронный луч позволяет на одной и той же установке реализовать различные технологические операции: спекание/плавление слоя гранул, напыление, модификация поверхности слоя.



ДЕНИС МАНТУРОВ: ГОСУДАРСТВО БУДЕТ РАЗВИВАТЬ АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И 3D-ПРИНТИНГ

Министр промышленности и торговли России Денис Мантуров вместе с генеральным директором Госкорпорации Ростех приняли участие в торжественном открытии Центра технологической компетенции аддитивных технологий (ЦТКАТ), созданного на базе «Воронежсельмаша».

В отличие от традиционных методов механической обработки, именно аддитивные технологии позволяют получать изделия наращиванием материала аналогично процессам, протекающим в живой природе. Повсеместное создание таких центров позволит сформировать новую отрасль промышленности для обеспечения технологической независимости и безопасности государства.

«Ввиду усложнения конструкций новых изделий промышленных образцов скоро станет просто невозможно получить деталь с требуемыми прочностными характеристиками и функционалом с использованием даже самых передовых технологий металлообработки. Эту проблему и помогают решить аддитивные технологии как некий новый этап, революция в технологиях производства, – заявил глава Минпромторга Денис Мантуров. – 3D-принтинг начинает распространяться в мире, и Россия не должна отставать в этой области. Применение аддитивных технологий позволяет удешевить изделие, ускорить его проектирование и производство. Государство со своей стороны в лице Минпромторга и других участников этого процесса заинтересовано развивать это направление, дав возможность разработчикам нарастить компетенции и в кратчайшие сроки выйти на производство конкурентных российских аналогов».

Если ранее ЦТКАТ работал преимущественно с 3D-принтерами ведущих европейских фирм, то в будущем основным приоритетом стратегии развития центра станет разработка и производство отечественных аналогов. В 2014 году в центре уже начался серийный выпуск отечественного учебно-бытового 3D-принтера «Альфа», потенциальной аудиторией которого являются как учебные заведения, так и частные лица. За неполный год было реализовано более 200 таких 3D-принтеров.

В России ЦТКАТ – не единственный центр по внедрению аддитивных технологий. В этом направлении уже удалось достичь серьезных успехов в области получения металлического порошка, например, на базе Всероссийского института легких сплавов (ВИЛС). В дальнейшем планируется открыть подобные центры во всех субъектах России.



ЦИАМ ПОДВОДИТ ИТОГИ ПРОЕКТА СОЗДАНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ САМОЛЕТОВ

Центральный институт авиационного моторостроения завершил 30 января 2015 года двухлетнюю программу работ в рамках проекта DisPURSAL (Distributed Propulsion and Ultra-high By-pass Rotor Study at Aircraft Level). Основная цель проекта – анализ преимуществ распределенных силовых установок для оптимальной интеграции двигателя и планера перспективных воздушных судов.

Проект DisPURSAL выполняется в рамках 7-й рамочной программы Европейской комиссии. Основными исполнителями работ являются немецкая фирма Bauhaus Luftfahrt (BHL) (координатор проекта) и ЦИАМ. В проекте также были задействованы специалисты французского научно-исследовательского центра ONERA, проводившие аэродинамические CFD-расчеты, и представители компании Airbus Group Innovations, уточнявшие особенности некоторых компоновок, говорится в сообщении ЦИАМ.

На первом этапе проекта проходил комплексный отбор перспективных схем интеграции силовых установок и планера. В итоге для дальнейшего рассмотрения были отобраны две базовые концепции: «пропульсивный» фюзеляж (ответственный разработчик BHL) и «гибридное летающее крыло» со встроенной распределенной силовой установкой (ответственный разработчик ЦИАМ). Основным комплексным критерием оценки данных концепций являлась топливная эффективность. По этому показателю перспективные летательные аппараты, рассматриваемые в проекте DisPURSAL, заметно выигрывают у аналогичных современных самолетов. В свою очередь, «пропульсивный» фюзеляж с точки зрения топливной эффективности незначительно выиграл у концепции «гибридного летающего крыла». Однако по уровню шума на местности «гибридное летающее крыло» со встроенной силовой установкой заметно эффективнее первой конфигурации, прежде всего за счет экранирования шума двигателей поверхностью летательного аппарата.

«Эксплуатация самолетов, концепция которых рассматривается в рамках проекта DisPURSAL, должна начаться в 2030–2035 годах, – пояснил российский куратор проекта, начальник сектора ЦИАМ Артур Мирзоян. – Для реализации этих планов разработана дорожная карта развития технологий. В дальнейшем предстоит оценить возможность применения распределенных (гибридных) силовых установок с альтернативными источниками энергии на перспективных самолетах, а также экспериментально отработать ключевые технологии для их создания. Продолжение исследований по тематике DisPURSAL будет обсуждаться на встрече участников проекта под руководством Еврокомиссии, намеченной на февраль 2015 года».

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

СОКОЛОВ Ю.А., заместитель технического директора

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»

РАСЧЁТ ПУЛЬСАЦИЙ ПОВЕРХНОСТИ ЧАСТИЦЫ

в процессе получения порошка металлов и сплавов методом PREP

В настоящей статье исследуются пульсации частицы во время процесса получения порошка методом PREP на базе численной математической модели. Высокочастотные колебания являются одним из явлений, объясняющих высокий коэффициент теплоотдачи частиц в процессе получения порошка методом PREP.

На первом этапе формирования частицы до момента её отделения от венца сведено до минимума 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

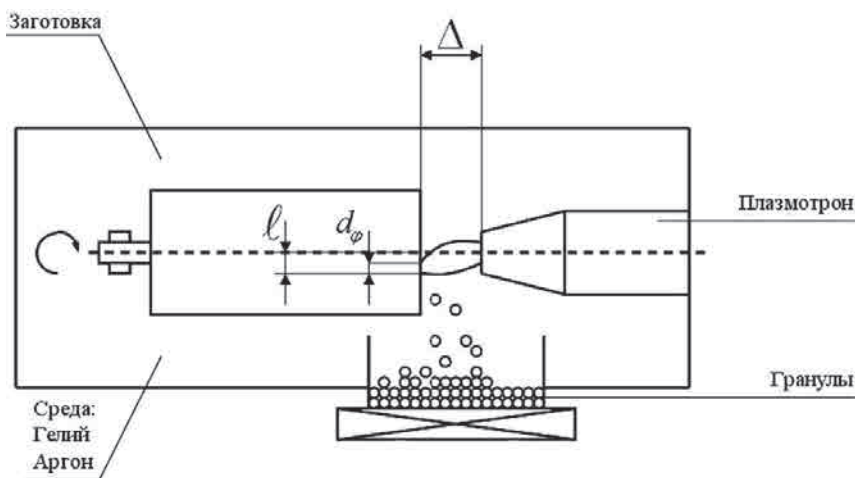


Рис. 1. Схема процесса получения порошка методом вращающегося электрода (l - смещение факела плазмы относительно оси заготовки, Δ - технологический зазор между заготовкой и плазматроном, d_ϕ - диаметр факела на торце заготовки)

На сегодняшний день задача получения порошка тугоплавких металлов и сплавов (титан, цирконий, ниобий, молибден, тантал, интерметаллиды) является актуальной. В прикладном плане это важно для получения гранульных композитов, послойного синтеза изделий с помощью электронного луча, горячего изостатического прессования (ГИП) для достижения однородной микроструктуры и свойств по всему сечению изделия независимо от ее размеров и формы.

Среди различных методов получения порошков, в РФ наиболее широкое распространение получил метод вращающегося электрода с плазменным нагревом (PREP), схема которого приведена на рис. 1. Вращающийся электрод подаётся в камеру распыления, где в результате оплавления плазменной дугой на торце электрода образуется жидкая плёнка металла толщиной в несколько раз меньше диаметра образующегося порошка. Отделение частицы от электрода происходит с торцевого жидкого венца, диаметр которого больше диаметра электрода.

Частицы расплава, оторвавшиеся от венца вращающейся заготовки, переме-

щаясь в газовой среде, образуют после кристаллизации порошок шарообразной формы, и из плавильной камеры перемещаются в приёмный бункер.

К числу преимуществ метода PREP следует отнести получение плотных безгазовых частиц шарообразной формы. Механизм каплеобразования включает формирование тонкой плёнки расплавленного металла размером 20-50 микрон на торце электрода вследствие воздействия плазмы; движение жидкого металла к периферийной обогреваемой поверхности электрода и образование венца; перетекание расплава в формирующиеся на венце головки произвольной формы; отрыв частиц от венца при превышении сил центробежного ускорения по сравне-

нию с силами поверхностного натяжения.

Приведённый механизм показывает, что на первом этапе формирования частицы до момента её отделения от венца сведено до минимума 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.

Процесс получения порошка методом PREP характеризуется достаточно большими коэффициентами теплоотдачи вследствие турбулентных явлений, источниками которых могут являться:

- ▶ пульсации частицы в полёте;
- ▶ вращение электрода с большой частотой вращения (десятки тысяч оборотов в минуту);
- ▶ наличие большого количества зон с нарушением ламинарного потока от разлетающихся частиц;
- ▶ наличие генераций встречных потоков для более интенсивного охлаждения частиц.

В настоящей статье рассматривается вопрос пульсаций поверхности частицы на границе раздела с газовой средой во время полёта. Поверхность частицы после отделения от венца стремятся принять равновесную форму под влиянием капиллярных сил, вызванных различными радиусами кривизны на поверхности частицы. Воздействие капиллярных сил на частицу приводит к появлению пульсаций. Происходит перемещение жидкого металла с высокой частотой при достаточно малых размерах капели.

РАСЧЁТ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ ЧАСТИЦЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ КАПИЛЛЯРНЫХ СИЛ

При колебаниях происходит отклонение поверхности частицы от сферы. Процесс носит затухающий характер вследствие вязкости материала, при котором частица в итоге приобретает близкую к шаровидной форму.

Спектр частот колебаний ω жидкого материала определяется по следующей формуле:

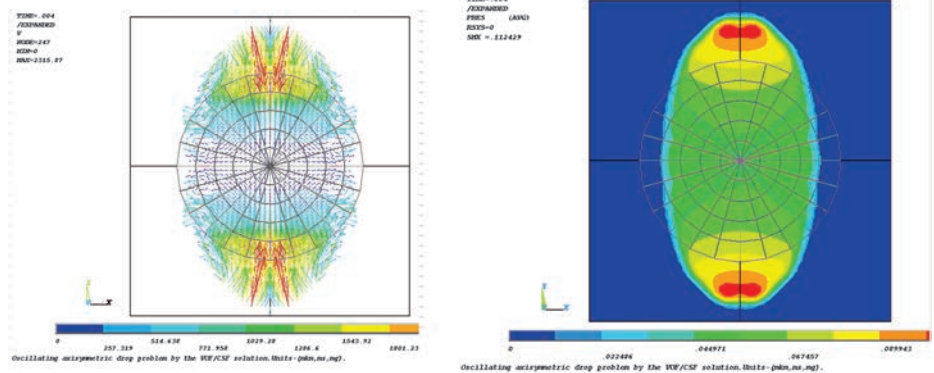


Рис. 1. Распределение вектора скоростей движения жидкого металла и давления в момент времени 0.004 мс

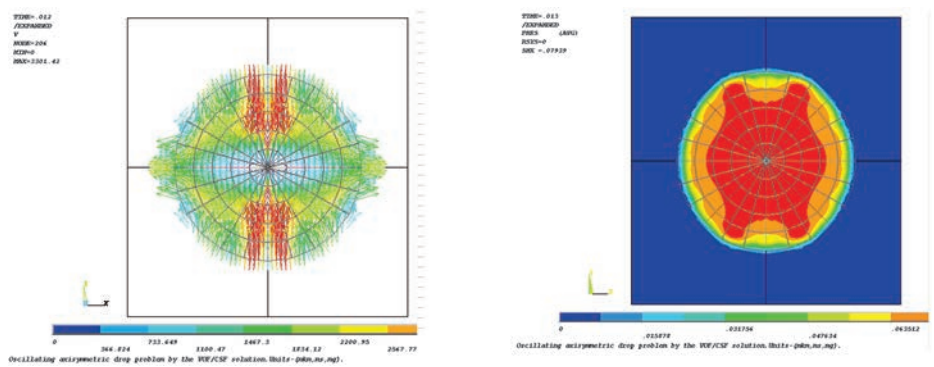


Рис. 2. Распределение вектора скоростей движения жидкого металла и давления в момент времени 0.012 мс

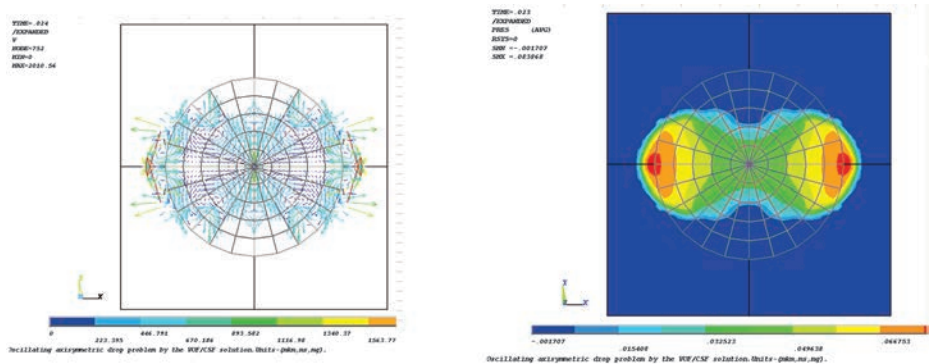


Рис. 3. Распределение вектора скоростей движения жидкого металла и давления в момент времени 0.024 мс

$$\omega^2 = \sigma l (l - 1) (l + 2) / (\rho R^3) \quad (1)$$

- R – радиус эквивалентного по объёму шара;

- l – число, задающее спектр частот (0, 1, 2, ... n);

- ρ – плотность;

- σ – коэффициент поверхностного натяжения.

Формула (1) определяет частоты собственных капиллярных колебаний частицы, которые зависят от числа l . Значение $l = 0$ соответствует радиальным колебаниям, т.е. сферически симметричным пульсациям. В несжимаемой жидкости такие колебания невозможны. Значение $l = 1$ дви-

жение представляет собой поступательное перемещение частицы как целого.

Наименьшая возможная частота колебаний частицы соответствует $l = 2$ и равна:

$$\omega^2 = 8\sigma / (\rho R^3) \quad (2)$$

А. Просперетти предложил аналогичную формулу для расчёта частот свободных колебаний частиц и пузырей:

$$\omega^2 = [8 - (5/Re)^2] \sigma / (\rho R^3) \quad (3)$$

Число Рейнольдса для данного явления определяется по следующей формуле:

$$Re = (\sigma \rho R)^{0.5} / \mu \quad (4),$$

где

- μ – коэффициент динамической вязкости.

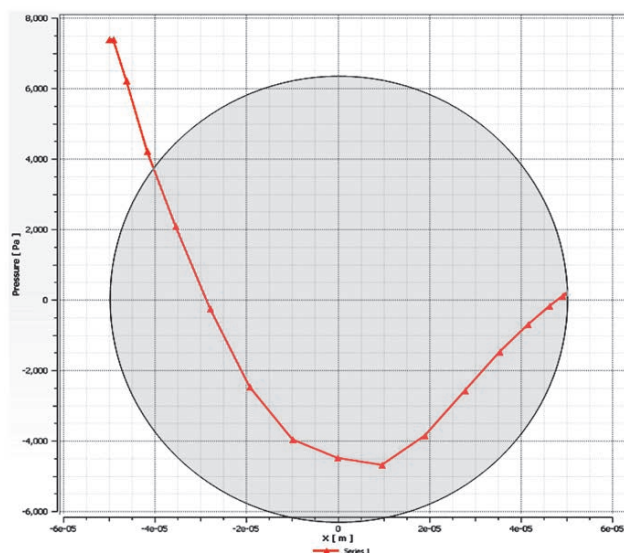


Рис. 4. Распределение давления по длине частице в процессе её полёта

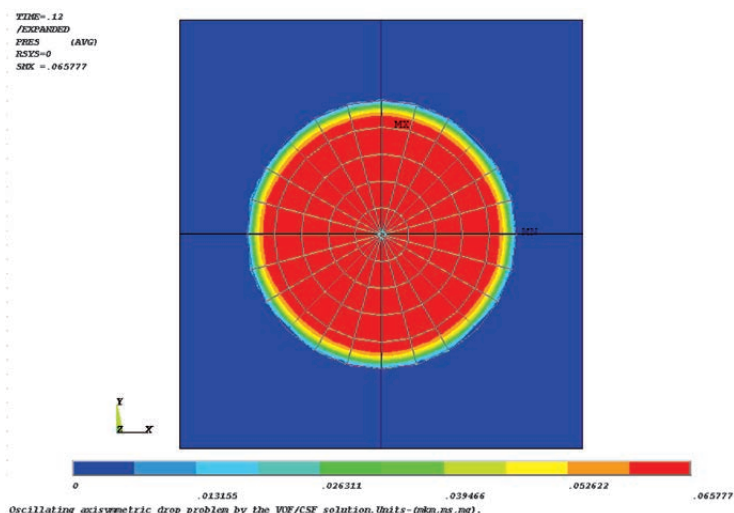


Рис. 5. Распределение давления в момент времени 0.12 мс

РАСЧЁТ ПУЛЬСАЦИЙ В СРЕДЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ANSYS CFX

В основу решения задачи в среде программного комплекса ANSYS CFX положен алгоритм, суть которого заключается в раздельном решении для каждой степени свободы (давления, перемещений, скорости) системы матриц, полученных конечно-элементной дискретизацией системы дифференциальных уравнений. Целью расчёта является получение распределения перемещений, давления, скорости в процессе пульсаций частицы.

ММ пульсаций частицы имеет прикладное значение, так как позволяет анализировать процесс охлаждения частицы.

Рассмотрим пульсацию на примере титановой частицы диаметром 100 мкм, оторвавшейся от венца электрода. Для жидкой фазы титана принимаем следующие значения параметров:

- ▶ плотность $\rho_2 = 4500 \text{ кг/м}^3$;
- ▶ коэффициент поверхностного натяжения $\sigma = 1,56 \text{ Н/м}$;
- ▶ динамическая вязкость расплава $\mu = 10^{-5} \text{ Па} \cdot \text{с}$.

В начальный момент времени частица имеет радиусы $R_1 = 40 \cdot 10^{-6} \text{ м}$, $R_2 = 78 \cdot 10^{-6} \text{ м}$.

Динамика процесса изменения поверхности частицы в различные моменты времени приведена на рис. 1-3.

Поле скоростей и давления частицы в различные моменты времени приведе-

ны на рис. 1-3 (единицы измерения скорости - мкм/мс, единицы измерения давления - мг/мкм/мс²).

Следует отметить, что распределение внешнего давления вследствие полёта частицы в газовой среде практически не влияет на процесс пульсации. Так, при полёте частицы в газовой среде (90% аргона и 10% гелия) перепад давлений на передней и задней поверхностях составляет не более 8000 Па (рис. 4), что намного меньше давлений, вызванных действием капиллярных сил.

Аналитическая формула Лапласа для расчёта избыточного давления имеет следующий вид:

$$\Delta p = 2\sigma/R \quad (5)$$

Для шара радиусом $R = 50 \cdot 10^{-6} \text{ м}$ имеем:

$$\Delta p = 2 \cdot 1,56 / 50 \cdot 10^{-6} = 6,24 \cdot 10^4 \text{ Па} \quad (6)$$

Поле давлений частицы, рассчитанное в программной среде ANSYS CFX, в момент времени $t = 0,12$ представлено на рис. 5. Давление в центральной области частицы составляет:

$$\Delta p = 0,066 \text{ мг/мкм/мс}^2 = 6,6 \cdot 10^4 \text{ Па} \quad (7)$$

Следует отметить высокую степень совпадения результатов расчёта избыточного давления, рассчитанного аналитическим и численным методами (погрешность составляет 5%).

ВЫВОДЫ

1. **Высокочастотные колебания являются одним из явлений, объясняющих высокий коэффициент теплоотдачи частиц в процессе получения порошка методом PREP.**
2. **Высокочастотные колебания поверхности и перетекание жидкого металла из одной области в другую способствуют дополнительному охлаждению и формированию однородной структуры без газовых включений.**
3. **При скоростях 1 ... 3 м/с поверхность частицы имеет период колебаний $T = 0,048 \text{ мс}$, что соответствует 21 кГц.**
4. **Скорость затухания колебаний пропорциональна коэффициенту динамической вязкости μ . Чем больше значение коэффициента μ исследуемого материала частицы, тем выше скорость затухания колебаний.**

МОЛОДОЙ ДА ГЛАВНЫЙ

Беглый взгляд на этого ясноглазого, совсем еще молодого человека, вряд ли расскажет, что перед тобой руководитель крупного подразделения градообразующего предприятия. Между тем, это факт: 31-летний Максим Комаров уже несколько месяцев исполняет обязанности главного конструктора ОАО «Электромеханика», и это самый молодой главный конструктор за всю историю завода.



Он пришел на «Электромеханику» почти десять лет назад, сразу после окончания филиала Тверского Государственного Технического университета в городе Ржеве. Со специальностью «технология машиностроения» и квалификацией «инженер» можно было устроиться на любое предприятие города, где имелись вакансии. Получилось – сюда, в конструкторский отдел.

– Работали на кульманах, компьютеров тогда почти не было, они стали появляться позже, и постепенно весь отдел перешел на них, – рассказывает Максим Александрович.

Сначала, говорит Максим, ему давали проектировать небольшие отдельные узлы. Видя, что у молодого специалиста получается неплохо, поручали задания больше и важнее. Через год-полтора в виде задания появился первый самостоятельный проект. Это была консольная конструкция для перемещения сварочной головки в составе установки АРК-4М для производства крупных сварных деталей. Руководство оценило работу

положительно, образец был внедрен в производство. Одна из установок АРК-4 сегодня стоит на «Электромеханике» в сварочно-сборочном производстве.

Дальше была работа в составе отдела по разработке сварочного оборудования научно-конструкторского центра, который тогда трудился над установками электронно-лучевой сварки ЭЛУ, сварки в контролируемой среде УСКС-25 и СЭЛС. Во всех проектах Комаров принимал активное участие.

В 2010-м году Максиму Комарову самостоятельно поручили руководить проектом вакуумной плавильной установки «ВИП-НК» – это был уже другой отдел – по разработке литейного оборудования НКЦ. Около полутора лет Максим вплотную этим занимался, совместно с коллегами разрабатывая и видоизменяя, опробуя и отлаживая на производстве отдельные узлы системы и установку в целом. На ходу вносились конструктивные изменения, в цехе оценивался результат: что-то оставалось, что-то подлежало дальнейшей переработке.

Более серьезным этапом стало конструкторское сопровождение вакуумной плавильной установки УППФ для литья изделий с поликристаллической структурой.

На примере этих двух сложных агрегатов молодой конструктор изучил работу литейных установок в целом, а через два года стал начальником отдела по разработке литейного оборудования НКЦ. И сразу с головой включился в новый большой проект «ВИП-НК 300»: это крупная установка для получения изделий из жаропрочных сплавов с направленной и монокристаллической структурой, с заданной кристаллографической ориентацией в условиях серийного производства и для отработки сложных технологий и различных схем литья в опытном производстве, проведения научных исследований. Данная модель была крупнее своих предшественников, и потому, говорит Максим Комаров, многие узлы нужно было адаптировать под новые требования. Цель была достигнута, в настоящее время «ВИП-НК 300» уже используется – сейчас, например, одна из установок размещена в Самаре.

Надо видеть и слышать, как Комаров рассказывает о своей работе, чтобы понять: он живет ею. Сам объясняет это тем, что черчение было для него самым простым и любимым предметом еще в школе. Потому и выбрал техническую специальность. А на вопрос, не было ли мысли реализоваться в большом городе, отвечает «нет» сразу:

– Я родился здесь, ходил в детсад и школу в одном микрорайоне, здесь же теперь работаю, и даже жилье подыскивал неподалеку. Испытывал ли когда-нибудь желание уехать? Нет. Потому и учиться пошел в местный филиал вуза, что большие города мне неинтересны, раздражают одним даже своим ритмом и ощущением вечной гонки непонятно за чем. Да, молодые уезжали и уезжают. И зачастую возвращаются обратно – даже на примерах своих знакомых здесь это вижу. Хорошо там, где нас нет...

– На работу я хожу с удовольствием, – признается Комаров. – И это так с самого начала моего стажа на заводе. Она не дает застаиваться и останавливаться на достигнутом. Постоянно заставляет узнавать что-то, искать сопутствующую информацию и нащупывать пути решения тех или иных задач, самому придумывать новое, а это – творческий процесс. А если за него еще и платят неплохие деньги, это, можно сказать, идеальный вариант.

Первые годы работы, конечно, было сложно, зарплата была небольшая и годы непростые. Но если есть трудолюбие, результат обязательно будет! В моем отделе сейчас ребята моложе меня, я им говорю: покажи себя, докажи, что ты можешь лучше, что ты ценен для своих коллег и для производства – и тебя оценят. А если приходишь на работу, чтобы просто пережить восемь часов и в конце месяца получить зарплату, рано или поздно ты уволишься – такие у нас не задерживаются. Вот если человек включается в общее дело, думает и вносит предложения, доводит начатое до конца и проявляет инициативу – я непременно пойду к руководству ходатайствовать за такого сотрудника. У него будут и премии, и карьерный рост: в этом положении у руководства «Электромеханики» совпадают. У нас есть практика техсоветов: больших, когда решение принимается коллективно, и малых, когда советуются внут-



Оценка конструкторских решений в производстве

ри отдела или даже просто с одним-двумя коллегами. Но самый первый техсовет должен проходить у тебя в голове!

Максим говорит убедительно, иногда эмоционально, но уверенно и взвешенно. Чуть волнуется и старается это скрыть. На вид ему, пожалуй, даже меньше 30-ти. Поэтому вопрос, не мешает ли молодость руководить коллегами, среди которых добрая половина – старше, рождается сам собой. Отвечает отрицательно:

– У нас работают профессионалы, которые понимают: задачи, над которыми предстоит работать, общие для нас, для предприятия в целом. Они не идут от меня лично, а служат целям выполнения заказов и являются частью стратегии развития производства. Все это осознают, каждый решает свою часть этой задачи, а я координирую процесс в целом. Тем же самым я занимался, будучи начальником отдела, только тогда в подчинении было 5-6 человек. Теперь побольше.

В подчинении у главного конструктора сейчас порядка 50 человек. Среди них – программисты, инженеры-конструкторы. Сам Максим признается, что ему ближе конструирование механических установок. Конечно, за опытом обращается к тем,

кто отработал на заводе много лет. Есть и такие, чей стаж – полвека! Например, предшественник Максима на посту главного конструктора Олег Михайлович Проканов – сейчас он помощник генерального директора. Конечно, сам генеральный директор Виктор Вениаминович Константинов. Владимир Петрович Савчук, который когда-то был главным инженером, начальником отдела по разработке сварочного оборудования, Юрий Михайлович Поганкин... Ко всем этим людям молодой специалист приходит за опытом, советом и знаниями. И нарабатывает свой багаж, которым будет делиться с коллегами.

Руководство характеризует Максима Комарова так: перспективный, амбициозный, грамотный, требовательный руководитель. Его пример – из числа тех, когда человек раскрыл свой потенциал именно на производстве, в процессе работы, здесь он получил профессиональное становление и продолжает развиваться. И поэтому у руководителей ОАО «Электромеханика» почти нет сомнений, что в ближайшее время Максим Александрович Комаров станет самым молодым главным конструктором за всю историю завода – уже без приставки и.о.

УСПЕХИ КОРПОРАЦИИ «ИРКУТ»

2014 год стал рекордным по поставкам военных самолетов



ОАО «Научно-производственная корпорация «Иркут» (входит в состав «Объединенной авиастроительной корпорации») занимает лидирующие позиции среди российских авиастроительных предприятий, и представляет собой вертикально-интегрированный холдинг, деятельность которого направлена на проектирование, производство, реализацию и послепродажное обслуживание авиационной техники военного и гражданского назначения. Корпорация объединила ведущих отечественных производителей и разработчиков в области авиастроения – Иркутский авиационный завод, Таганрогский Авиационный Научно-Технический Комплекс им. Г. М. Бериева, ОАО «ОКБ им. А.С.Яковлева», ЗАО «БЕТА ИР» и др. В марте 2004 года впервые в истории российского авиастроения и оборонной промышленности Корпорация успешно провела первичное публичное размещение (IPO) 23,3% своих акций на фондовой бирже среди российских и иностранных частных и институциональных инвесторов. Иркутский авиационный завод (филиал Корпорации «Иркут») стал первым предприятием в России, получившим сертификаты соответствия стандартам Airbus и EN9100. С ноября 2006 года компания становится частью российской «Объединенной авиастроительной корпорации» (ОАК). На предприятиях Корпорации «Иркут» трудятся свыше 14 тыс. человек, которые разрабатывают и выпускают широкий спектр высокотехнологичной продукции. В настоящее время портфель заказов составляет свыше \$6 млрд. Выручка компании за последние пять лет увеличилась вдвое. На долю Корпорации приходится свыше 15% рынка российского оружейного экспорта. Основным продуктом Корпорации «Иркут» являются боевые самолеты семейства Су-30. Компания является головным исполнителем программы производства Су-30МКИ для ВВС Индии. В рамках диверсификации своего продуктового ряда Корпорация также разрабатывает и производит учебно-боевые самолеты Як-130, беспилотные летательные аппараты, компоненты для пассажирских авиалайнеров семейства Airbus. В последнее время Корпорация активно ведет работу по созданию нового пассажирского самолета МС-21.

Одной из наиболее успешных авиастроительных компаний России в 2014 году стало ОАО «Корпорация «Иркут» (в составе ОАК). Так, например, задолго до конца года своевременно и в полном объеме Корпорация «Иркут» выполнила обязательства по государственному оборонному заказу 2014 года. Министерству обороны России передано свыше 40 многоцелевых истребителей Су-30СМ и учебно-боевых самолетов Як-130. При этом параллельно с увеличением поставок самолетов Су-30СМ для ВВС России началась передача истребителей этого типа морской авиации ВМФ РФ.

ОСОБЕННОСТИ ГОЗ-2014

Расширилась география поставок учебно-боевых самолетов Як-130. Помимо учебной авиабазы в городе Борисоглебск, новые «Яки» с 2014 года поступают на вооружение учебной авиационной базы в Армавире, входящей в состав воронежского Центра летной подготовки Военного учебно-научного центра ВВС «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е.Жуковского и Ю.А.Гагарина». Президент ОАО «Корпорация «Иркут» Олег Демченко отмечает, что по объемам поставок военных самолетов 2014 год стал рекордным за всю постсоветскую историю предприятия. Тем не менее, планы 2015 года предусматривают увеличение поставок авиационной техники военного назначения. «Профессионализм нашего коллектива и обновленная в последние



Як-130



Су-30СМ

годы производственная база позволяют наращивать выпуск самолетов военного назначения одновременно с постройкой первых пассажирских самолетов МС-21», – подчеркнул Олег Демченко. Теперь – чуть подробнее об обоих самолетах, которые Корпорация «Иркут» поставила в прошлом году в рамках гособоронзаказа.

УЧЕБНО-БОЕВОЙ ЯК-130

Як-130 стал первым серийным отечественным самолетом, прошедшим после 1991 года полный цикл от исследований до поставок в войска. Как уже писал «Промышленный еженедельник», учебно-боевой самолет Як-130 разработан входящим в состав корпорации «Иркут» «ОКБ имени А.С. Яковлева». В настоящее время на его базе создан Инженерный центр имени А.С.Яковлева, на счету которого помимо Як-130 – разработка среднемагистрального пассажирского МС-21. Программа создания Як-130 стартовала в очень непростых условиях 1990-х годов. Отсутствие государственного финансирования, прекращение госзаказа на новые самолеты ВВС потребовали от предприятия поиска новых путей финансирования проекта. Ключевую роль в судьбе самолета сыграли два события. Во-первых, совместные работы середины 1990-х годов с итальянской фирмой Аеготасси по доводке прототипа Як-130. Во-вторых, подключение в начале 2000х годов к программе в качестве инвестора Корпорации «Иркут». Используя свои финансовые возможности и уникальные компетенции Иркутского авиазавода, корпорация подготовила современную базу для крупносерийного выпуска Як-130 на основе передовых циф-

ровых технологий. По сравнению с традиционными методами, это позволило сократить сроки запуска в производство в 1,5–2 раза, трудоемкость изготовления – на 40%, а также повысить качество продукции. Объединение усилий принесло свои плоды. Самолеты успешно завершили государственные испытания в 2009 году. Первая партия машин была передана ВВС РФ в 2010 году, она использовалась в основном для отработки методик обучения и подготовки инструкторов. Создавая Як-130, конструкторы самолета сумели намного опередить конкурентов. Четкое понимание тенденций развития боевой авиации, позволило заложить в машину возможности, востребованные при переходе к новому поколению истребителей. Например, Як-130 соответствует им по тяговооруженности, маневренности, способности летать на больших углах атаки. Фактически при проектировании Як-130 сформирован новый мировой стандарт учебно-боевого реактивного самолета. Именно это определило популярность концепции машины в качестве базы для создания Аеготасси М346. При этом, несмотря на трудные для отечественного авиапрома годы, Як-130 удалось вывести на рынок раньше конкурентов. Интересно также отметить, что Як130 – это первый отечественный реактивный самолет, изначально спроектированный как учебно-боевая машина. Дело в том, что в рамках «разделения труда» внутри бывшего Варшавского договора это направление закрепили за Чехословакией, которая выпускала Л-29 и Л-39 для всех союзников и для поставки странам «третьего мира». Фактически, Як-130 открывает для России новый сегмент мирового рынка, на кото-

ром ожидается рост спроса на современную технику.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ СВЕРХМАНЕВРЕННЫЙ СУ-30СМ

Многофункциональный сверхманевренный истребитель Су-30СМ является дальнейшим развитием семейства боевых самолетов типа Су-30МК. Специалисты ОАО «Компания «Сухой» адаптировали истребитель под требования российских ВВС в части систем радиолокации, радиосвязи и государственного опознавания, катапультного кресла и ряда обеспечивающих систем. Также внесены изменения в состав вооружения. Первый контракт на поставку в войска многоцелевых истребителей Су30СМ между Министерством обороны РФ и ОАО «Корпорация «Иркут» подписан весной позапрошлого года. «Промышленный еженедельник» уже писал о том, что успех программы Су30СМ стал одним из самых значительных достижений отечественного машиностроения последних лет. Первый контракт на поставку в войска истребителей Су-30СМ был подписан в марте 2012 года. Тем контрактом предусмотрена поставка 30 многоцелевых истребителей Су-30СМ в период до 2015 года. Многочисленные СМИ писали: контракт между Министерством обороны РФ и ОАО «Корпорация «Иркут» стал значимым событием как в жизни отечественного авиапромышленного комплекса, так и в ракурсе укрепления обороноспособности российских ВоенноВоздушных Сил. Как заявил при подписании этого документа высокий представитель Минобороны РФ, поступление в Вооруженные Силы современных сверхманевренных двухместных истреби-



Вид передней кабины Су

телей Су30СМ существенно увеличит боевую мощь российских ВВС. Кроме того, технические возможности самолета позволяют достичь более высокого уровня подготовки летчиков, что особенно актуально в связи с увеличением объема закупок боевой авиационной техники нового поколения. О том, что российские ВВС намерены закупить партию новых самолетов марки Су, впервые заговорили во время авиасалона МАКС-2011. И действительно, госпрограмма вооружений на 2011–2020 годы предусматривает поставку истребителей Су-30СМ для ВВС и ВМФ России. Базироваться Су-30СМ предполагалось в том числе на аэродроме «Гвардейский» в Крыму, где им предстояло полностью заменить бомбардировщики Су-24. Однако подписанный в развитие тех планов контракт оказался даже больше, чем планировался: 30 самолетов вместо 28, при этом речь шла только о комплектации ВВС. Однако и российский ВМФ свои истребители начал своевременно получать. Официальная передача двух первых Су-30СМ пилотам ВВС России состоялась уже осенью 2012 года. Президент ОАО «Корпорация «Иркут» Олег Демченко прокомментировал тогда: «Мы много лет работали на экспорт, а теперь начали поставлять самолеты Родине. Девять наших Як-130 уже летает в борисоглебском учебном центре, а сегодня мы передаем ВВС России два первых истребителя Су-30СМ. Это – историческое событие для нашего коллектива, для компании «Сухой», для всей «Объединенной авиационно-строительной корпорации». Начальник Военного учебно-научного центра ВВС РФ «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е.Жуковского и Ю. А. Гагарина» Александр Харчевский, присутствовавший при передаче техники, заявил: «Су30СМ позволяют повысить боевые возможности ВВС России». Известный военный летчик,



Су-30МК

многие годы возглавлявший Центр боевого применения и переучивания лётного состава ВВС имени В. П. Чкалова, имеющий опыт пилотирования истребителей данного типа, отметил возможности Су-30СМ по одновременному обнаружению и поражению нескольких целей и его сверхманевренность. Как уже было отмечено, многоцелевой сверхманевренный истребитель Су-30СМ является дальнейшим развитием семейства боевых самолетов типа Су-30МК. Это семейство, безусловно, является одним из наиболее знаменитых в мировой истребительной авиации. Немного истории... Многоцелевой боевой самолет Су-30МК, выпускаемый корпорацией «Иркут» на Иркутском авиационном заводе – один из самых совершенных и востребованных истребителей в мире. Су-30МК от Корпорации «Иркут» стал первым в мире экспортным истребителем, оснащенным бортовой радиолокационной станцией с фазированной антенной решеткой (ФАР), а также первым в мире серийным боевым самолетом, обладающим сверхманевренностью. Серийный выпуск Су-30МК на Иркутском авиационном заводе ведется с 2002 года. Эта программа по целому ряду параметров не имеет равных во всей истории военно-технического сотрудничества Российской Федерации с зарубежными странами. Экспортные объемы поставок этого истребителя исчисляются сотнями (в штуках) и миллиардами (в долларах). Су-30МК предназначен для завоевания господства в воздухе, перехвата воздушных целей, патрулирования и сопровождения, а также для уничтожения наземных и надводных объектов (подавления ПВО противника, блокирования действий противника с воздуха и непосредственной

авиационной поддержки). Самолет может выполнять задачи противодействия системам радиоэлектронной борьбы и вести дальнейшее обнаружение, а также осуществлять оперативное управление группой самолетов, выполняющих совместную задачу. Благодаря дублированию органов управления полетом, Су-30МК можно использовать для летной и боевой подготовки. Говоря языком технических подробностей, Су-30СМ – продолжение знаменитой программы в интересах российских ВВС – двухместный самолет, имеющий двигатели с управляемым вектором тяги, что обеспечивает ему свехманевренность. Он оснащен радаром с фазированной антенной решеткой, способен нести на борту самое различное ракетно-бомбовое вооружение и поражать все типы воздушных, наземных и морских целей. Длина самолета – 21,9 м, высота – 6,36 м; максимальная взлетная масса – 34500 кг; максимальная скорость – 2125 км/ч; боевой радиус действия – 1500 км. Боевая нагрузка – 8000 кг. В отличие от предшественников из своего семейства, авионика Су-30СМ построена по принципу открытой архитектуры, что упрощает интеграцию в состав БРЭО новых систем и вооружений. Цитата одного из экспертов: «Су-30СМ с их уникальными на сегодня боевыми качествами позволяют создавать компактные авиационные группировки, одинаково хорошо приспособленные для борьбы с воздушным, наземным и морским противником».

С использованием материалов
Корпорации «Иркут»,
Дмитрий Кожневников
«Промышленный еженедельник»
№ 1 (544) 12-18 января 2015 года

ПОЛВЕКА НА ЗАВОДЕ

Одна из основных черт характера Валентина Ивановича Зайцева, который трудился ведущим конструктором ОАО «Электромеханика» – постоянство. В дружбе, в работе, в увлечениях, которые он пронес через всю жизнь. И трудовой стаж говорит сам за себя: более пятидесяти лет в одном и том же отделе, на одном и том же предприятии. Он начинал работать в составе очень сильной бригады конструкторов НИАТ (научный институт авиационных технологий) под руководством Григория Никитина. Вместе с Анатолием Колобковым, Александром Дешиным, Анатолием Балберовым ездили в командировки по всему Советскому Союзу. В составе специальной бригады участвовал в создании оснастки для производства искусственных спутников земли, агрегата для облицовки знаменитого «Бурана». Валентин Зайцев все полвека работы на заводе оставался уникальным в своем роде специалистом по созданию вакуумно-литейного оборудования. На его счету больше десятка авторских свидетельств на запатентованные изобретения, о которых он, впрочем, сам говорит так: «Современное изобретение – это труд целого коллектива конструкторов, и за каждым таким открытием стоит труд сотен инженеров-конструкторов, их бессонные ночи, тысячи расчетов, удачные и неудачные испытания». В октябре Валентину Ивановичу исполнится 80 лет. Сегодняшний наш рассказ – о нем.



Валентин Зайцев – из того поколения, которое сейчас называют «дети войны». Он родился 5 октября 1935 года, пережил все 17 месяцев оккупации Ржева, помнит немцев, помнит разрушенный город и помнит его освобождение. В первый класс пошел в 1944-м, и лучше всего мальчику давались именно точные науки.

– Я и любил, и знал математику, контрольные и самостоятельные решал быстрее всех и учился без троек, – вспоминает Валентин Иванович.

Именно поэтому после выпускного он подал документы в Московский политехнический институт, а после его окончания впервые переступил порог предприятия, которое тогда именовалось п/я 80, а позже стало «Электромеханикой». В ОКБ Зайцев прошел все ступени карьерной лестницы: инженер-конструктор сначала третьей, затем второй, позже – первой категории, начальник сектора. А с престижной должности заместителя главного конструктора в 1998-м году ушел без сожаления, когда понял, что как специалист своего уникального профиля он гораздо более ценен и востребован. Сам признается: карьерных амбиций не было никогда. А вот своими уникальными разработками гордится по праву.

Валентин Зайцев руководил целым рядом проектов уникальных установок,

которыми оснащены практически все заводы авиационной отрасли, имеющие литейные производства. Без этих установок невозможно изготовить лопатки авиадвигателей или газоперекачивающих устройств. Такие образцы работают на заводе «Салют», в научно-производственном объединении «Сатурн», на моторостроительных заводах в Казани, Омске, Перми, а также за рубежом. В разные годы под непосредственным руководством Валентина Ивановича были разработаны такие установки, как «УГЭ» для дуговой плавки, «НИАТ-841» для термообработки деталей, а установка для вакуумного литья «ВИАМ-100-ОКБ» до сих пор работает на Воронежском авиазаводе «ВАСО».

Зайцев первым разрабатывал установку «УППФ-3» и сдавал комиссии МАП для запуска в серийное производство. Работал над более сложными образцами: установками с направленной кристаллизацией и монокристаллизацией». Под его руководством и при непосредственном участии разрабатывались плавильные установки для получения лопаток авиационных двигателей. Для ФГУП «НПЦ газотурбостроения «Салют» был разработан и изготовлен уникальный проект – установка со сменными тиглями на 120, 160 и 250 кг жидкого металла.

А особую гордость, по признанию

конструктора Зайцева, вызывает то, что ему довелось участвовать в составе специальной бригады, которая занималась созданием оснастки для производства искусственных спутников Земли, а также трудиться над разработкой и изготовлением гидрофобного покрытия (плитки «ТСП-2») для аппарата «Буран».

Признанием заслуг Валентина Зайцева являются не только занесение его имени в Книгу Почета предприятия, звания Ветеран труда и Почетный работник «Электромеханики», но и две бронзовые медали ВДНХ А получить премию Совета Министров СССР, на которую конструктор был номинирован «За «создание и внедрение эффективных технологий, автоматизированного оборудования и организацию специализированного производства литых лопаток ГТД без припуска на механическую обработку из жаропрочных сплавов в новых цехах вакуумного литья Министерства авиационной промышленности» в 1989 году, помешали только реформы в стране, когда несколько лет было не до науки.

На заслуженный отдых Валентин Зайцев ушел в 2010-м году. Но и сейчас он живо интересуется, как идут дела на родном заводе. Ведь постоянство – одна из основных черт характера этого замечательного, трудолюбивого и талантливого человека.

ДЕЛЛО С.А., коммерческий директор ОАО «Электромеханика»
КОНСТАНТИНОВ А.В., зам. генерального директора по экономике
ОАО «Электромеханика»

ШВАЙКО П.П., генеральный директор ООО «Технопарк «Популярная
Электромеханика»

САМАРИН Д.А., исполнительный директор ООО «Технопарк «Популярная
Электромеханика»

ПОДДЕРЖКА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ОБОРУДОВАНИЯ ОАО «ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА» в процессе его эксплуатации

Сервис и гарантийное обслуживание являются неотъемлемыми элементами коммерческой политики, они представляют собой услуги, которые предоставляются покупателям (конечным потребителям) до и после приобретения той или иной продукции.

Сервис рассматривается как система обслуживания покупателей. Цель сервиса – не только предложить покупателям имеющийся продукт, но и оказать им помощь в получении наибольшей пользы от приобретаемого продукта.

Возрастающее значение сервисного обслуживания покупателей обусловлено следующими причинами: ростом конкуренции на все более насыщаемых рынках; возрастанием желаний покупателей иметь возможности решения проблем, возникающих в процессе использования приобретаемой продукции; усложнением процесса эксплуатации товара.

Техническое обслуживание заключается в осуществлении услуг по восстановлению функций продукции, в оказании помощи покупателю при решении проблем эксплуатации продукции, в проверке совместимости продукции или её элементов с другими изделиями и системами, а также в предоставлении консультаций по надежной эксплуатации продукции.

Техническое обслуживание явля-

ется гарантийным, если в течение срока гарантии покупатель не оплачивает ремонт, замену частей и деталей для приобретенной им продукции. По окончании гарантийного периода владелец продукции может заключить платный договор на послегарантийное обслуживание.

Благодаря сервисному обслуживанию и введению системы гарантий, предприятие-производитель создает благоприятные доверительные отношения с покупателями и формирует основы для продолжения эффективных коммерческих коммуникаций.

В современных условиях развития науки и техники применение новейших технологий и оборудования является очевидным конкурентным преимуществом. Поэтому использование современных систем и механизмов стало обычным в различных областях промышленности современной России – особенно в авиации и двигателестроении, судостроении, машиностроении. Однако сложность и интеллектуальность агрегатов требует соответственного к ним отношения: квалифицированной эксплуатации и сервисного обслуживания оборудования.

Ведущие производители современного высокотехнологичного оборудования при его продаже четко оговаривают условия его работы и необходимые рег-

ламенты. При этом способы реализации такого сервиса могут быть разными. Как правило, организация, эксплуатирующая технику, выбирает наиболее оптимальный для ее условий метод сервисного обслуживания сложных агрегатов. Выбор условий обычно оговаривается с предприятием-производителем и является предметом договора. Тем не менее, можно выделить ряд существенных аспектов, единых для всех, на которые нужно ориентироваться при организации сервисного обслуживания сложной техники.

В силу сложности и интеллектуальности современной техники в промышленно развитых странах в последнее время получила распространение система информационных технологий сквозной поддержки изделия на протяжении его жизненного цикла, или CALS-технологии. В России эта система получила название ИПИ-технологии (Информационная Поддержка жизненного цикла Изделия). Эти технологии основаны на стандартизованном упорядоченном представлении данных об изделии и системе коллективного доступа к этим данным. Такой подход существенно снижает трудозатраты на всех этапах жизненного цикла сложного оборудования – от проектирования до утилизации.

Поскольку введение сложного оборудования в производство подразумевает достаточно высокую степень его автоматизации и компьютеризации, система сервисного обслуживания должна стать одной из неотъемлемых частей технологического цикла. Использование ИПИ-технологий делает это естественным процессом. В принципе, не столь важно, является сервисное обслуживание частью производства или осуществляется сторонней организацией. Необходимым становится лишь постоянный интерактивный контроль параметров оборудования.

Способы сервисного обслуживания и ремонта сложной техники можно условно поделить на три большие группы:

Во-первых, это эксплуатация техники собственными силами. При очевидных выгодах такого подхода (оперативность взаимодействия, знание нюансов производства и пр.) он доступен далеко не всем. Для того чтобы организовать отдельное структурное подразделение,

занимающееся исключительно сервисным обслуживанием сложной техники, необходимо сделать значительные первоначальные вложения, поддерживать штат квалифицированных специалистов разных специальностей и иметь хорошо организованное складское хозяйство с запасом необходимых запасных частей и узлов. Для большинства производств такие расходы являются нерациональными. Тем не менее, на очень крупных предприятиях, имеющих на балансе большое количество сложной техники, такой подход практикуется.

Во-вторых, организация разовых работ по сервисному обслуживанию подрядными организациями. Такие компании имеют постоянный штат квалифицированных специалистов и ремонтную базу. Но, несмотря на то, что это весьма распространенный путь, к его очевидным недостаткам относятся отсутствие системного подхода и потеря преимуществ ИПИ, поскольку у «разового» специалиста зачастую нет возможности судить о происходящих событиях в динамике процесса. Кроме того, сторонние компании, занимающиеся сервисным обслуживанием сложной техники, часто имеют проблемы с аутентичными запчастями и принадлежностями, что может привести к невыполнению взятых обязательств и нарушению сроков работ. Возможность сэкономить, вызвав специалиста «по факту» уже возникшей проблемы, с лихвой компенсируется стоимостью работ и оборудования, если эта проблема чревата поломкой и серьезным ремонтом.

В-третьих – фирменное гарантийное и постгарантийное сервисное обслуживание. Как правило, отношения со специализированными сервисами завязываются уже при покупке нового оборудования, при начале эксплуатации в рамках гарантийного срока. Фирменное сервисное обслуживание удобно тем, что именно в нем наиболее ярко выражены преимущества ИПИ-технологий, поскольку агрегат находится под пристальным вниманием специалистов непосредственно от начала сборки до запуска в эксплуатацию у заказчика. Дополнительным преимуществом сервисов является возможность оперативной работы с предприятием-производителем, более дешевые аутентичные



запчасти и принадлежности, наличие собственного склада запасных частей и высокая квалификация персонала именно в области эксплуатации оборудования данного производителя.

Одно из основных требований к современному сложному оборудованию – его надежность. Это комплексное понятие, включающее в себя ряд необходимых условий – таких, как долговечность, безотказность, ремонтпригодность и стойкость к изменению условий. От сочетания этих свойств во многом будет зависеть стоимость его жизненного цикла.

Очевидно, что чем надежнее оборудование, тем меньше затрат будет производиться на его сервисное обслуживание. Поэтому сервисное обслуживание сложной техники должно включать в себя систему управления надежностью оборудования. То есть сервисная служба в рамках информационного обеспечения жизненного цикла изделия должна производить сбор сведений о надежности агрегатов (отказы, ремонты, аварийные и чрезвычайные ситуации, влияние техобслуживания и ремонта (ТОиР) на надежность). При этом облегчается дальнейший анализ и прогноз работы техники.

Такой подход позволяет сервисной организации с большой точностью производить ТОиР и корректировать их параметры соответственно показателям

системы управления надежностью оборудования.

Необходимым условием организации систем управления надежностью служит оперативность и достоверность информации, которая зависит от степени автоматизации процесса и оборудования. При использовании ИПИ она достигается путем непрерывного мониторинга всех систем и узлов и автоматического ведения журнала работы, доступного специалистам по сервисному обслуживанию.

Накопленный за 75 лет работы опыт показывает, что использование нового наукоемкого высокотехнологичного оборудования в разных отраслях промышленности влечет за собой не только очевидные выгоды – такие, как интенсификация производства и достижение новых технических показателей, – но и изменение привычных технологий эксплуатации и сервисного обслуживания. Применение ИПИ-технологий позволяет создавать системы сложной архитектуры, позволяющие эксплуатировать и обслуживать сложную технику наиболее эффективно, до минимума снижая издержки на сервисное обслуживание и ремонт. При этом необходимо высокий уровень обслуживания задается уже на стадии производства и монтажа современных высокотехнологичных агрегатов.

Взяв курс именно на это направле-

ние, Совет директоров ОАО «Электромеханика» принял решение о создании собственного фирменного сервисного центра по обслуживанию производимого оборудования.

В настоящее время пилотный проект разрабатывается совместно с одним из наших ключевых партнеров – ОАО «Пермский моторный завод» - одним из крупнейших российских производителей авиационных двигателей и двигателей для наземной тематики. На базе этого предприятия планируется отработать удобную для потребителя технологию сервисного обслуживания эксплуатируемых установок производства ОАО «Электромеханика».

Суть проекта заключается в проведении всех необходимых регламентных работ в соответствии с графиком, замене быстроизнашивающихся комплектующих и запчастей, быстрому устранению возникающих неполадок оборудования, замене внезапно вышедших из строя узлов и агрегатов.

Данный принцип обслуживания позволит предприятию-потребителю исключить дорогостоящий внеплановый ремонт, увеличить ресурс работы установок, продлить при необходимости нормативный срок эксплуатации, извлечь максимальный эффект от безостановочной работы установок и тем самым повысить выработку плана работы технологического оборудования. Тем самым предоставляется дополнительная гарантия на эксплуатируемое оборудование.

В задачи сервисной службы входит сбор с использованием ИПИ-технологий

сведений о надежности работы агрегатов и узлов (отказы, ремонты, аварийные ситуации, влияние ремонта на надежность), что существенно облегчит дальнейший анализ и прогноз работы оборудования.

Зачастую пренебрежительное отношение к замене быстро изнашиваемых деталей, несвоевременное проведение технического обслуживания приводит к возникновению внештатных ситуаций и, как следствие, к длительному простоему оборудования.

Для выполнения всех работ гарантировано использование только оригинальных узлов и агрегатов. Несмотря на возникшие сложности, связанные с текущей экономической ситуацией и неотработанной в целом программой импортозамещения материалов и комплектующих, ОАО «Электромеханика» поддерживает в наличии на складе обширную номенклатуру - от отдельных блок-систем управления до вакуумных насосов или готовых сборочных единиц. В кратчайшие сроки квалифицированная бригада, используя складские запасы, способна устранить всевозможные неисправности оборудования.

Таким образом, предлагаемая схема сервисного обслуживания содержит в себе целый ряд неоспоримых преимуществ: получение услуг высокого качества в сжатые сроки, гарантии на выполненные работы, экономия средств на содержание сервисной службы потребителем, экономия собственного времени на сервисном обслуживании, сосредоточение своих сил на выполнении производственных планов и увеличении объемов собственного производства.



СЕРВИС ПРЕДУСМАТРИВАЕТ ДВА ВИДА ПРОВОДИМЫХ РАБОТ:

» ПЛАНОВОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ –

проведение обязательных работ по диагностике, замене в регламентированные сроки или по необходимости быстро изнашиваемых деталей установок, влияющих на качество работы оборудования и корректное выполнение заложенных технологических процессов. Работы включают в себя проверку паспортных данных оборудования, натекания рабочей камеры, производительности вакуумной системы, работы исполнительных механизмов, исправности системы водоохлаждения, энергоцепей, диагностику системы управления и отладку (или при необходимости обновление) программного обеспечения. Перечни БИД устанавливаются на каждый вид установок.

» ВНЕПЛАНОВОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ –

данная сервисная услуга включает внеплановый ремонт или замену в кратчайшие сроки узлов и агрегатов установок согласно дефектной ведомости, содержащей конкретный перечень заменяемых узлов и агрегатов. Замена производится квалифицированной сервисной бригадой предприятия-изготовителя.

Сегодня им 90. Кому «под», а кому и «за». Седые головы, морщинистые лица, натруженные руки, нетвердые походки. Но – никакой усталости от жизни в светлых от эмоций глазах, никакой угрюмости или нежелания общаться. Никакого брюзжания по поводу того, как плохо сегодня жить. Они знают: сегодня – хорошо. Потому что прочувствовали, что на самом деле значит «плохо» и «трудно». Это когда нечего есть и негде ночевать, когда от родной избы осталось пепелище и с матерью нет связи несколько месяцев, когда промозглая траншея становится единственным убежищем и домом, а друзья, с которыми ты вчера перекидывался шуточками, сегодня лежат убитые... Когда тебе нет 20-ти, а ты уже воюешь.



Фото из архива ОАО «Электромеханика». 1990 год.

СВИДЕТЕЛИ ИСТОРИИ





Е.Н. Поярков с губернатором Тверской области А.В. Шевелевым



«ВСЮ ЖИЗНЬ ВСПОМИНАЮ ТУ ЖЕНЩИНУ...»

– Я родился во Ржеве. Дом наш стоял на Волге, там, где сегодня телевизор, – начинается неспешный рассказ Евгений Поярков. – Наш отец умер рано, когда мне было всего лет пять. К 1941-му году окончил я 7 классов, мне было 14 лет. А кроме меня, у матери было еще два старших сына. Один еще до войны окончил летное училище, став пилотом ночного бомбардировщика. Он пропал без вести потом, в годы войны. Это мы только недавно и узнали, внук в Интернете информацию нашел. А тогда он матери писал только, что воюет, а как воюет – читайте, мол, в газетах...

Так получилось, что из города мы всемером – я, мать, один из моих старших братьев и еще родственники, двоюродные – уходили в самый последний момент, когда немцы были на подходе. Сначала хотели идти в сторону Зубцова, дошли только до тюрьмы, и нам встречные сказали: туда нельзя, немцы. Повернули в сторону Шихино. Смотрим – там народу много сует. Оказалось, про-

дуктовые склады, там расположенные, открыли, и люди выносили кто что может. Запомнился мужичок с полной тачкой... водки.

Дальше пошли, когда вечер наступил, смотрим – а над городом зарево с трех сторон, взрывы видны. Дошли почти до Торжка, и попросились на ночлег в одной из деревень, в крайней избе. Хозяйка дома одна была, её муж погнал колхозный скот в тыл. Остались. Смотрим – женщина еду готовить собирает, да сразу несколько котлов в печку ставит. Её спрашивают – куда ты столько, на одну не много ли! Смеется только: погодите, мол, увидите. И увидели. Мы же не одни такие беженцы были – и военные отступали, и трудовая армия. Заходят в дом то одни, то другие, она им: «Заходите, родные, заходите!» – и по 8-10 человек за стол сажает и кормит, они и дальше идут... Вот как было! Всю жизнь я эту женщину вспоминаю!

И нас она остаться уговорила: куда, мол, вы пойдете-то? А в лесу воинская часть стояла. И на третий день, под вечер, война сюда пришла: как начали этот учас-

ток немцы бомбить, и из пулеметов – прямо по деревне! Мы убежали, в какой-то канаве за полкилометра затаились, слышим – кони ржут, раненые стонут, выстрелы гремят. Убежали мы оттуда, куда идти – сами не знали. Дошли до шоссе уже в темноте, прошли немного, навстречу всадники: вы куда, в деревне немцы! Мы бегом назад.

На следующий день подошли к Торжку, а зайти боимся. Перешли с оглядкой через реку, через пустой город – ни одного человека не встретили.

Вот и Бежецк впереди. Здесь нам оформили документы, выдали карточки, сели мы на товарный поезд, всякого за дорогу повидали страшного. Доехали аж до Свердловска! На тамошнем эвакуунке получили направление в Туринский район, деревню Петрово. Старший брат, который нас и выводил из Ржева, сразу из Свердловска в Пермь поехал – туда ржевляне эвакуировали. Второго двоюродного брата, он по специальности бухгалтер был, в другой район командировали. А родного – сразу на призыв, он 1923 года рождения... Он был артиллеристом-ми-

нотетчиком, под Прохоровкой потом воевал.

Ну а мы с матерью и двоюродной сестрой – в Петрово, значит. Там был колхоз, и я, 15-летний, взрослый уже, работал на равных со взрослыми. Сначала заготавливали дрова. А потом и другие работы начались. Я, городской пацан, научился и пахать, и боронить, и на сенокосе работал, даже был отмечен в стенгазете как лучший пахарь! Ну а как услышали, что Ржев освободили – засобирались домой. Уехать можно было только при наличии вызова, иначе никак. Написали в Ржев, по всем адресам – и двоюродная сестра матери, которая в Княжых Горах жила, отозвалась, сделала нам вызов. Это уже июнь был.

У нас до войны на берегу Волги дом был – отец его в 1932-м построил. Новый, бревнышки одно к одному... Возвращаемся – нет нашего дома. Оказалось, он и от бомбежек не пострадал, и в огне уцелел, но Красная Армия, освобождая город, его на переправу разобрала. Это мы узнали от людей на базаре – он тогда был рядом с Казанкой. Там же мама встретила своего знакомого, директора маслозавода. Поделилась с ним, что вот, вернулись, ни дома, ни работы нет. Приходи к нам кухаркой, он говорит, и малому твоему тоже работу найдем. Так и сделали. Дали нам от предприятия землянку – от немцев осталась. Хорошая землянка, добротная была, теплая, с печкой и даже окном. А кухня, где предстояло работать матери, была такая: тренога с котлом под открытым небом...

Меня определили в бригаду кровельщиков, которая восстанавливала снятым с немецких землянок железом крыши будущих цехов. Потом старший состав бригады перевели на другие участки, так мы вдвоем с двумя напарниками до 1944-го года, считай, весь завод и перекрыли! С утра до вечера работали на производстве, а после окончания рабочего дня и дотемна шли восстанавливать общежитие, столовую, клуб... В ноябре 1944-го пришла и мне повестка в военкомат. Призвали. Нашу группу направили в Городец Горьковской области, преподали курс молодого бойца, обучили автоделу и к марту выдали водительские права. Готовили к отправке на фронт, но дело

шло к концу войны – так в учебке Победу и встретили.

А в начале мая вдруг нас погрузили в эшелоны и куда-то повезли. Куда – не сказали, но понятно было, что на Восток.

Остановились в Монголии, где и разбросали по частям. Меня и остальную группу передали меня в распоряжение 64 бригады, в 7-й отдельный механизированный корпус. Ездили мы на американских машинах, отечественных не было: студбекеры, доджи, виллисы, шевроле... Хорошие были машины.

Подожли к границе Маньчжурии, пройдя всю Монголию. Это, скажу я вам, незабываемая местность. Пустыня! Вся живность – под землей. А потом увидели сопки, да какие... У подножия машину поставишь – ее в траве не видно совсем. А хребты! Посмотришь наверх – шапка падает. На вершине одного из них оставили русский танк, как символ того, что наша армия здесь прошла. Заварили люки, и пошли дальше.

А когда поступила команда перейти в наступление, пошли на прорыв. Опыт войны у Советской Армии уже был, десантировались без лишнего шума и шли почти без потерь. Наш корпус дошел до Квантунского полуострова, где располагались тылы японской армии, да так и остался там на целых семь лет. Я служил шофером в звании рядового до 1951 года, и демобилизовался домой в 25 лет. А офицеры, мои ровесники, служили еще дольше.

Приехал домой. Надо было устраиваться на работу. А в армии я, надо сказать, начал играть в футбол – вот он и привел меня к будущему месту работы. Команда предприятия, которое мы сегодня знаем как «Электромеханика» (тогда это был так называемый «почтовый ящик 80»), готовилось к футбольному матчу с «Локомотивом», и друг меня уговорил сыграть за них. Сыграли. После матча подошел начальник одного из цехов: приходи к нам работать, говорит. Вот я и пришел.

... И, устроившись во второй цех слесарем-сборщиком, Евгений Поярков проработал здесь всю жизнь.

В 1955 году заказы у завода стали сложнее – предприятие передали НИАТу. Пришлось проходить техническую учебу, осваивать чертежи сложных изделий,

часто выезжать в командировки. Евгений Николаевич вспоминает, как делали запасные части для машины, на которой осуществляли сварку корпуса популярного тогда холодильника «Юрюзань» и как выезжали на место для отладки этой машины. Рассказывает, как в 1965-м ездили на год в Индию, где Советский Союз помогал строить «с нуля» авиационный завод. Особенно запомнился шахтный агрегат высотой 12 метров, с трехметровой крышкой – только его собирали полгода. Долгожданный запуск обрабатывали до мелочей. Раз, другой, третий, все идет как надо – завтра сдавать комиссии. И вот торжественный момент. Священник проводит свой обряд. А потом, по местной традиции, руководитель принимающей стороны, индус, разбивает о корпус кокосовый орех. Еще один в ответ разбивает руководитель советского подразделения.

– Нажимаем на кнопку, – говорит, улыбаясь, Поярков, – ничего! Мотор работает, а агрегат не двигается! Аж похолодели все. В чем дело!?!

Оказалось, всего-то маслянистая жидкость кокоса попала на колесные пары, и они забуксовали. Подсыпали песка – и все заработало...

А еще он вспоминает велосомобиль Николая Сафронова, над которым тоже довелось работать незадолго до выхода на пенсию. Инженер-конструктор «Электромеханики», Николай Никитич Сафронов в течение многих лет создавал свое детище – уникальный велосомобиль-амфибию, который мог перемещаться по суше и воде.

– Я сдал последний чертеж, и ушел на пенсию, проработав 43 года на «Электромеханике», – завершает свой рассказ ветеран. Было это в 1994 году.

Сегодня Евгению Николаевичу 88 лет. Его супруга тоже всю жизнь трудилась на «Электромеханике», старший сын Владимир и сегодня трудится здесь, в бывшем третьем цехе. Трудовая слава и боевые заслуги Евгения Пояркова – в наградных знаках на груди. Орден Отечественной войны II степени. Медаль «За победу над Японией», «За победу над Германией», множество юбилейных воинских наград. А еще – целых два ордена Трудовой славы, 2 и 3 степени.



«СУДЬБА МЕНЯ ХРАНИЛА!»

Эту фразу Иван Павлович Пирогов повторял на протяжении своего недлинного рассказа несколько раз. Авиатор, которого призвали в ряды Советской армии еще в августе 1941-го, родился 22 августа 1922 года в деревне Старый Рукав Ржевского района. До войны этот мальчик, шестой из детей в многодетной семье крестьянина, где ребятшек было девять человек, успел поработать на паровозостроительном заводе в Коломне.

– В начале войны, – рассказывает Иван Павлович, – в военкомате спросили о семейном положении. Я ему: какое там семейное положение – война! Сейчас не призовете, призовете через месяц. Лучше берите сейчас, я готов: побрит, пострижен, кружка-ложка и вещмешок с собой! Оставайся, мне говорят. А соседа домой отправили – не пострижен был...

Даже сейчас по интонации чувствуется: это предмет гордости. Взяли в действующую армию, выполнять святой долг – защищать Родину.

– В армию меня провожали две сестры, которые жили там же, в Коломне, – продолжает свой рассказ ветеран. – Ехали

мы через Москву, где уже начались бомбежки. И привезли в Пугачев, где размещалась конная школа. Но мы же не хотели быть кавалеристами, а мечтали стать авиаторами, летчиками! Стали проситься. И нас направили в Сызрань, на ускоренные курсы. Подъем, физзарядка, занятия по классам – обычный распорядок каждого дня. Но помимо этого, у нас еще была «зарядка по слуху» – мы изучали Азбуку Морзе.

Закончив училище, я получил звание сержанта технической службы по специальности «радиомеханик» и направление в третий запасной полк, дислоцировавшийся в Астрахани, где нас стали переучивать на новую технику. А в начале сентября 1942 года перевели радиомехаником в 34-й бомбардировочный полк в Йошкар-Оле. Полк получал новые самолеты ПЕ-2, и весь личный состав в короткий срок должен был переучиться на эти самолеты. Что мы и делали, живя при этом в палатках.

Судьба меня хранила... Вот однажды я был назначен дежурным по кухне, мы получили продукты, сделали необходимое и начальник отпустил нас до шести утра в расположение. Прихожу и вижу: весь личный состав с вещами построен на плацу.

Обращаюсь к командиру: а я как же? Он мне: а ты где был? По кухне дежурю, говорю. Отвечает: ну и иди на место до окончания дежурства, тебя это не касается... Потом, в Белоруссии, я встретил одного из тогдашних сослуживцев, который был в числе тех, кто готовился к отправлению. Он мне рассказал, что ребят наших направили пополнять первую московскую гражданскую дивизию – и подо Ржев! Вышли оттуда немногие. Мне, можно, сказать, повезло – видать, хранила меня судьба.

Иван Павлович ненадолго задумывается и продолжает:

– Моя какая обязанность была? Обеспечить работу средств связи и радиотехники самолетов. А летать приходилось очень много. 23 января 1943 года наш полк перешел на Центральный фронт, недалеко от северного выступа «Курской дуги», и на следующий же день включился в боевые действия. Участвовал в Орловско-Курской операции, действовал под Брянском и на 1-ом Белорусском фронте. Бомбил боевые порядки врага, вел боевую разведку в его тылу, помогал белорусским партизанам с воздуха.

Полк был укомплектован самолетами ПЕ-2 – это довольно грозная боевая машина времен Великой Отечественной войны. Ему под силу было поднимать и сбрасывать на голову врага до тысячи тонн бомб, вести воздушный бой. Боевой путь полка проходил через Орел, Брянск, Бобруйск и далее через Минск и Брест на Варшаву, Лодзь, Познань. Под Бобруйском полк разбомбил мост и отрезал последний путь к отступлению окруженной здесь 25-тысячной группировке врага. С воздуха мы бомбили Познаньскую цитадель. Это сооружение, построенное в XIX веке, перед войной и во время нее постоянно укрепляли и совершенствовали, готовя стать неприступной. Так и было: за всю историю ее существования никому не удавалось овладеть ею, проникнуть за крепостные стены, опоясанные широким и глубоким рвом. Когда Познань стала сдаваться, в крепости укрылись порядка 12 тысяч немецких солдат и офицеров. Штурм длился несколько дней, а мы осуществляли поддержку с воздуха: бросали туда бочки с бензином и поджигали. Полк участвовал в освобождении Варшавы, а затем в составе Центральной группиров-

ки войск вышел на Берлин. Настоящей легендой тогда был американский самолет В-17, который получил название «летающая крепость» – однажды такой садился для дозаправки и у нас на аэродроме...

Победу полк встретил под Берлином. За свои подвиги на фронтах Великой Отечественной он был награжден Орденом Красного знамени, Орденом Суворова и Орденом Кутузова I степени. По желанию ветеранов полка ему было присвоено наименование Ташкентский, и он стал 34-м Ташкентским Краснознаменным, Орденов Суворова и Кутузова бомбардировочным полком.

– Победа над немецко-фашистскими захватчиками была одержана в 1945-м, но демобилизовать нас не спешили, – продолжает Иван Павлович. – Правительство понимало: от союзников можно ожидать чего угодно. Демобилизовался я только в 1947-м году, и приехал домой, в Ржев, где и продолжил службу в авиачасти. Всего же в армии я прослужил 25 лет. А выйдя в запас в 1966-м, ни дня не отдыхал, а поступил на «Электромеханику», где и отработал еще 23 года в конструкторском бюро. Вот сейчас наш завод выпускает ЭЛУ, а для питания электронно-лучевой пушки нужны высоковольтные источники питания. Последняя моя разработка – такой источник на 150 тысяч вольт, сдал его в архив и уволился...

По моей просьбе Иван Павлович добавляет несколько слов о своей семье: сын уже пенсионер, есть внуки и два правнука, живут в Ленинграде и летом приезжают навестить прадедушку и прабабушку в Ржев... И тут выясняется, что супруги Пироговы прожили вместе не много не мало – 65 лет. Она работала на ремонтно-механическом заводе, и тоже отметила 90-летие. Самому же Ивану Павловичу в августе исполнилось 92 года...

На груди ветерана, который в составе авиаполка прошел полвойны – Орден Отечественной Войны II степени, три медали «За боевые заслуги», «За освобождение Варшавы», «За взятие Берлина», «За победу над Германией», другие боевые и множество юбилейных наград. Хранимый судьбой, он остался жив и принес еще немало пользы Родине и своему народу. Пусть судьба и дальше хранит Вас, Иван Павлович!



«И КАК Я ТОЛЬКО ВЫЖИЛ...»

– У нас колхоз был очень бедный, и жили мы сложно, детей в семье было пятеро, – начинает свой рассказ Евгений Шелехов, родившийся 12 декабря 1926 года в деревне Высочка Сытьковского сельсовета. – До школы приходилось ходить далеко: до 4-го класса за три километра, а с 5-го – уже за восемь. И шли в школу в любую погоду, занесет снегом дорогу – идешь, холодно – тоже идешь. Бывало, мороз сильный, а градусников тогда не было, и прогноза погоды, – смеется, – тоже никакого. А мамка в школу отправляет: иди, говорит, а то учитель ругаться будет! Придешь – а в школе нет никого, из-за мороза занятия отменили. Ну и домой возвращаешься...

С 12 лет я, чтобы хоть как-то семье помочь на пропитание, пас скот. Мальчишка еще, конечно, – помню, гроза начнется, страшно, до деревни три километра, я стою и плачу под дождем, а деваться некуда... Сначала два года пас частный, а потом, когда война началась и мужчин всех забрали – и колхозный, там стадо было куда больше. Недолго, правда – всю колхозную живность уже в начале войны

в Татарию перегнали. За работу в колхозе давали трудодни, а на трудодни полагалось зерно и все другое, что колхоз выращивал. А поскольку весь урожай сдали государству, распоряжение такое вышло – на зиму никаких запасов не оказалось. Еще и немцы наступали! Чтобы выжить, колхозники начали резать свой скот. А кому резать, если мужчин нет? Вот к матери придут соседки: Поля, пришли своего Женьку барана заколоть! Я упираюсь, плачу даже, а деваться некуда, приходится.

В ноябре мы попали в оккупацию. Штаб немецкий расположился в нашем доме. Чтобы обижали нас – не помню, но когда отступали, немцы деревню сожгли всю. Перед этим, правда, предупредили: уходите, мол. Ну, мы вышли в чем были, а он бутылку бросил, дом и занялся. Мать готова была туда, в пламя прыгать – дом же горит, все имущество, одежда вся там! Ее удержали ее.

Остался в деревне один дом. Там муж с женой жили, хозяева: ему было 105 лет, ей – 104, и они слезно упросили немцев дом этот не жечь. Вот все 12 семей туда на ночлег и отправились, что еще делать? А наутро начали расходиться кто

Е.М. Шелехов с губернатором Тверской области А.В. Шевелевым



куда – у кого родственники в соседней деревне, у кого дальше... Осталось четыре семьи, и мы в том числе.

В 1942 году меня определили в фабрично-заводское училище в город Магнитогорск. Но вагон, где мы ехали, каким-то образом оказался в Куйбышеве. Январь-месяц, мальчишки остальные разбежались, а мне куда? Пошел куда глаза глядят. Зашел на какую-то улицу, вижу: частный дом и дверь в сарай, где корова открыта. Я туда прошмыгнул и в сено зарылся. Как не замерз только? А утром хозяйка пришла корове сено давать, чуть вилами меня не проткнула, испугалась здорово! Вышел за ней мужчина, майор: иди, говорит в армию добровольцем. Я и не против, только незадача: парни 1925-го года рождения уже служат (а кто не служит – дезертирами считают), а мой 1926-й в армию еще не берут! Военком направил

меня в горисполком, вот так я и явился туда. Грязный, голодный, одежда кое-какая, на ногах вместо обуви деревянные обвязанные колодки! Как я жив тогда остался – до сих пор удивляюсь.

Таких беженцев, как я, много было, а женщина, к которой меня направили, сама оказалась родом из Ржева! Дала мне талоны на питание на два дня и хотела отправить меня в училище, на водолаза учиться. Что такое водолаз для меня, деревенского мальчишки? Испугавшись, отказался напрочь. Что еще со мной делать? И тогда она дала мне другое направление... и куда – в похоронное бюро! Ужас один! Ну, пошел по указанному адресу. Но начальник меня не взял, потому что впереди были выходные дни. Я уже чуть не плачу стою, есть хочется, ночевать негде. Но, как оказалось, все к лучшему было. Подумав, тот написал еще одно направление, в баню № 5.

Открыл сторож, посмотрел мою сопроводительную записку и, сжалившись, пустил меня вовнутрь. Директором бани тогда была молодая женщина. Она сразу велела своим работницамшить мне рубашки из простыней, выдала бурки на ноги, я отмылся и хоть на человека стал похож... Работал кочегаром, а когда мама прислала мне из Ржева справку, мне оформили и паспорт.

В 1943 году пришел и мой черед идти в армию. Обучаться воинскому делу отправили в леса севернее Витебска, это было недалеко от линии фронта. Как сейчас помню, какой там был мох – мы выстлали им шалаши, в которых жили. И учились воевать – ровно 12 дней. А потом отправили прямою на передовую, где осуществлялась масштабная операция «Багратион» под командованием Жукова.

Я был ручным пулеметчиком. И вот мое первое боевое крещение: идем мы пешком, колонной, на передовую, а навстречу нам, точно так же, в полный рост, вдруг выходят немцы! Командир отдает приказ и ведет нас на них в бой, так же, как и шли, в полный рост!.. Спасло меня то, что, не сумев надолго удержать 12-килограммовый пулемет, я лег на землю и оттуда стрелял, пока ствол не перегрелся. Что делать? Менять долго. «Бери у убитого и стреляй дальше!» – кричит командир отделения. Немцы отступили, когда вся поляна была усыпана трупами. Из двадцати трех ручных пулеметчиков взвода – а всем им не было и 18-ти – в живых осталось только восемь. Один из моих товарищей сказал тогда фразу, которую я запомнил на всю жизнь: «Что ела ты, земля, — ответь на мой вопрос, — что столько крови пьешь и столько пьешь ты слез?». Он произнес это, глядя на эту окровавленную поляну, а ведь ему, как и остальным, было всего 17 лет.

На передовой, в траншеях, мы жили и воевали четыре месяца, удерживая окруженных немцев. Они то и дело пытались прорвать кольцо, только на нашем участке раза три. Основное же сражение разворачивалось чуть сбоку от нашего расположения. А однажды мы чуть не погибли под своим же огнем. Артиллерия била прицельно, смотрим – снаряды все ближе и ближе к нам ложатся! Командир, невзирая на приказ «Ни шагу назад!» на свой страх и риск дал нам возможность отступить на

полтора километра, а разрывы продолжались уже там, где только что были мы. Вот так он нас и сберег. Потом мы наступали, сжимая кольцо и стараясь достичь результата с наименьшими потерями.

Но потери все же были немалые. Гибло много совсем молоденьких солдат, таких же, как и я. И старшие товарищи сокрушались, а офицеры писали руководству, говоря о том, что на передовой вот-вот погибнет все поколение, завтрашний день страны. И правительство тоже это осознало: вышел приказ Сталина о том, чтобы не посылать на фронт несовершеннолетних солдат. И моих ровесников с передовой отослали.

Меня отправили на Дальний Восток. А надо сказать, что полный паек военнослужащие получали только на передовой. На подходах к ней солдатам давали полноремы, а на таких рубежах, на которых служили мы – треть. Да еще и на условиях самоудовольствия, то есть солдаты сами должны были сажать огород и добывать себе еду. Работа на погрузке вагонов тяжелая, а сил у нас не было совсем, да и откуда – на ужин 70 граммов рыбы и 200 хлеба!

В августе нас построили и объявили: Советский Союз вступил в войну с Японией, и теперь наша задача – пойти освобождать китайскую территорию от японцев. Для этого надо было переправиться через реку Уссури. Несколько катеров ночью су-

мели пройти незамеченными, а уже под утро японцы подняли тревогу и два катера наших потопили. Погранзаставы мы разбили и углубились на территорию дальше. Километров пятнадцать прошли в первый день, на второй, преодолев небольшое сопротивление японцев, двинулись дальше. Тощие – сил нет пулемет поднять. Командир дивизии как увидел нас таких, а мы без рубашек чистые скелеты строем стояли – чуть командира батальона под трибунал не отдал. Поохал и отпустил нас на четверо суток отдыхать и подкармливаться пшеном с американским шпиком. После этого и в наступление пошли, до самого Мукудена. Через месяц война с Японией кончилась.

Потом служил я в войсках НКВД в Благовещенске, пленных охранял. А в 1951-м демобилизовался, отслужив в Советской Армии семь лет, и приехал на родину.

Отец к тому времени отстроил новый дом, правда, маленький, я и подался в город на работу. А устроиться было особо некуда. Пришел в горком комсомола: не уйду, говорю, пока не поможете устроиться! Взяли меня на пилораму.

Евгений Шелехов стал работать сначала плотником, стал бригадиром, позже – мастером, а до самого выхода на пенсию возглавлял бетонный узел на ОАО «Электромеханика»... Вот так, как он сам говорит, без брака, и отработал 39 лет на

стройке, вплоть до 1986-го года.

Евгений Михайлович с супругой, которая также трудилась на заводе, воспитали двоих детей. Сегодня есть и внуки, и правнук. На груди ветерана – Орден Отечественной Войны II степени, медали «За победу над Японией», «За победу над Германией» и множество других наград.

В Выставочном центре ОАО «Электромеханика», на первом этаже – зал боевой славы предприятия. Всю стену занимает список фамилий тех, кто ушел на фронт с завода или, отслужив, пришел сюда работать. Список сотрудников ОАО «Электромеханика» под надписью «Они сражались за Родину» насчитывает 427 фамилий. Их и было столько. На групповом снимке, сделанном на Обелиске Славы в год 65-летия предприятия, ветераны едва вмещаются в кадр...

Сегодня участников Великой Отечественной войны всего 12. Они уходят, наши ветераны. И завтра некому будет рассказать нашим внукам о той войне. Останутся кадры хроники, страницы летописей и воспоминаний, в которые вошло далеко не все. Но только очевидцы могут передать нам эмоции, только в их глазах мы еще видим отблески пережитого и уроки выстраданного. Поэтому – говорите с ними, слушайте их, и – помните...

*Уважаемые ветераны и жители города Ржева!
Поздравляем Вас с Днем Великой Победы!*



**70
Лет**

*Глядят на нас, глядят фронтовики,
Глядят на нас исчезнувшие роты,
Глядят на нас ушедшие полки,
Глядят на нас с надеждой и заботой,
И память нам с тобой покоя не даёт,
И совесть нас с тобой частенько гложет,
И хоть сто лет, хоть тыща лет пройдет –
Жикто у нас войны забыть не сможет!...*

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА

ВО ИМЯ НРАВСТВЕННОГО ВОЗРОЖДЕНИЯ ОТЕЧЕСТВА



В Ржеве и его окрестностях много храмов, часовен и церквей. Большинство из них – действующие. Крупнейшие (Оковецкий, Вознесенский, Покровский) открыты для прихожан уже много лет. А есть и такие, которые построены в последние годы. Это церковь в честь Новомучеников Российских в самом центре города, церковь в честь Варвары Великомученицы, часовня на Смоленском и церковь на Щупинском кладбищах... Первую строили, что называется, всем миром. Но немногие горожане знают, что остальные перечисленные появились исключительно благодаря усилиям ОАО «Электромеханика» и инициативе ее руководства. Впрочем, вклад предприятия в благие дела очень и очень значителен.

Юрий Алексеевич Ладыгин, ведущий инженер-технолог ОАО «Электромеханика», держит на коленях толстый альбом с фотографиями разных лет, на которых изображены церковные купола и здания. Их география не ограничивается Ржевом или даже Ржевским районом, а охватывает и ближайшие. Западная Двина. Селижарово. Зубцов. Андреаполь... Купола, кресты, колонны, ворота, купели, сделанные на ОАО «Электромеханика». И даже целые здания, построенные предприятием, по инициативе и зачастую на средства его руководства. В первую очередь – лично генерального директора Виктора Константинова.

«Первой ласточкой» стала часовня

на Смоленском кладбище. Надо сказать, что огромная заслуга в восстановлении в Ржеве храмов принадлежит благочинному Ржевского округа отцу Олегу Чайкину. Он приехал в Ржев еще тогда, когда Вознесенский храм, в котором ранее располагался склад, был передан церкви, в весьма плачевном состоянии. Отец Олег был хороший и толковый хозяйственник, умеющий найти подход к благотворителям и власти, убедить в необходимости возрождения церковной деятельности. Вознесенский собор в малое время был полностью восстановлен, началось строительство новых храмов.

Строительство часовни Смоленской иконы Божией матери стало совместной инициативой отца Олега и руководства

предприятия – председателя Совета директоров Владимира Дунаевского и генерального директора Виктора Константинова. Дело в том, что неподалеку от того места раньше находился храм Смоленской иконы Божией матери Одигитрии. Издавна, посещая кладбище, люди заходили в храм помолиться при зажженной свече об усопших родственниках. Такая потребность осталась, и в постперестроечные годы, когда русские люди повсеместно потянулись к духовности, они вспомнили об этом.

– Летом 1997 года заложили основание, – рассказывает Юрий Ладыгин, – и в декабре часовню уже установили – генеральный директор лично участвовал в процессе, поднимался во время монтажа на



Макет купола часовни иконы Смоленской Божьей матери



Памятная доска

верхнюю площадку. Это была шестигранная конструкция, полностью разборная, как сейчас говорят, модульная, площадью 25 квадратных метров и весом в 10 тонн. Ее обшили вагонкой изнутри и снаружи, обустроили вход. А 14 января освящать часовню приехал сам Архиепископ Тверской и Кашинский Виктор. Несколько лет спустя произошла неприятность: пожар из-за замыкания электропроводки. Часовня выгорела. Но металлическая конструкция, основа, костяк здания, осталась. Два года назад часовню отреставрировали, и сегодня это белое здание под ярко-го-



Часовня иконы Смоленской Божьей матери

лубым сводом вновь функционирует на Смоленском кладбище. На ней укреплена памятная доска с надписью: «Часовня иконы Смоленской Божьей Матери построена во имя духовного и нравственного возрождения Отечества. Господи, руководи нашей волею, научи нас молиться, верить, надеяться, терпеть, прощать, любить, Аминь. В дар Московской Патриархии, Тверской епархии, год 1997. ОАО «Электромеханика».

В часовне нет алтаря, а значит, там можно совершать не все церковные требы. Поэтому следующим шагом стало

строительство на крупнейшем городском кладбище Ржева – Щупинском – еще одного здания. На сей раз это была уже настоящий, пусть и небольшой храм – храм Архангела Михаила. Это аналогичная металлоконструкция, тоже полностью разборная, восьмигранной формы. Как и прежнее строение, она была целиком и полностью изготовлена в цехе «Электромеханики», и потому монтаж на месте был быстрым и несложным. В обустройстве алтаря большое участие принял Андрей Дунаевский.

«2 июня 1999 года архиепископ Твер-



Советское мемориальное кладбище

ской и Кашинский Виктор в присутствии множества прихожан освятил новый храм в честь Архангела Михаила и прочих Небесных сил Бесплотных. Не все желающие уместились в храме, дверь была открыта, и люди слушали богослужение, стоя на улице. Свечу можно было передать только через головы мирян. Господь послал в этот день благодатную, солнечную погоду. После торжественной литургии прихожане из храма пошли к могилам своих родных и близких, почивающих здесь», – говорится в книге Николая Шаповала «Православный Ржев».

В 2002 году в Ржеве было открыто Советское мемориальное кладбище. Это обширный комплекс, в состав которого входят братские могилы, где и по сей день хоронят останки погибших под Ржевом солдат и офицеров Красной Армии (поисковая работа в окрестностях продолжается), памятник, мемориальная стена и часовня в честь Александра Невского. Глава города Александр Харченко традиционно обратился к руководству крупнейшего в городе завода за помощью... Купола, кресты, ворота, внутреннее обустройство часовни изготовила «Электромеханика».



Изготовление куполов, крестов в цехе на ОАО «Электромеханика»

Церковь в честь Новомучеников Российских сегодня стал одной из главных визитных карточек города Ржева. Сложно представить себе местный пейзаж без этого красивейшего здания, которое возвышается в самом центре Ржева, у Нового волжского моста. А ведь вначале планировалось построить здесь всего лишь часовню! У этого строительства было много противников: еще бы, бойкое место возле гостиницы, в самом сердце города, как нельзя лучше подходило для любого коммерческого замысла.

Благочинному, протоиерею Олегу Чайкину, практически в одиночестве пришлось доказывать целесообразность храма. На месте будущей церкви начали проводить под открытым небом панихиды новомученикам и исповедникам Российским. На каждую такую службу собиралось много ржевлян. Присутствующие здесь же вносили посильные взносы на строительство храма, проект которого был сделан весной 1998 года. И вот перед самым новым годом – 2002 большой золоченый купол над новым зданием вознесся вверх. Этот купол был изготовлен на ОАО «Электромеханика», и еще девять малых куполов-шатров с крестами. Предприятие активно помогало и в благоустройстве территории, и в монтаже системы отопления храма, и во внутреннем оснащении.

– Все купола собирались в цехе, – рассказывает Юрий Ладыгин, показывая фотографии, сделанные во время установки, на которых – работники предприятия на фоне узнаваемых уже очертаний сегодняшнего здания. – Монтаж их на месте был делом одного дня. А для главного купола мы собрали и установили 9 покрытых фасонным рисунком латунных панелей, каждая весом по 300 килограммов.

Еще один привычный уже городской вид, который уже также стал визитной карточкой Ржева – Варваринская церковь на высоком берегу Холынки. Это – личный проект генерального директора Виктора Константинова.

...«Холодная каменная церковь Великомученицы Варвары, с приделом Всех Святых, была построена в 1875 году на всехсвятском кладбище, находившемся на северо-востоке города, ныне улица Садовая. В советское время церковь была закрыта, до нашего времени сохранились



Церковь в честь Новомучеников Российских



Церковь в честь Великомученицы Варвары

руины храмового здания. В 1960-1970-е годы вокруг сохранившегося здания находилось множество плит, сейчас осталась только одна.

На месте Всех-Святского (Варваринского) кладбища разработали свои земельные участки огородники. А когда-то там было одно из самых ухоженных мест упокоения в Ржеве. С уничтожением погоста была погребена на этом месте значительная часть истории города. В ограде Варваринского кладбища хоронили знаменитостей земли Ржевской, священнослужителей, монахов, людей, строящих на свои средства храмы и часовни.

Время лечит раны на «теле» православного Ржева. Мы являемся свидетелями возникновения одного из памятников деревянного зодчества, в стиле современных решений, для будущих поколений. Это вставший во весь рост, единственный пока в Ржеве, деревянный храм Великомученицы Варвары. Он построен по инициативе

и на средства ОАО «Электромеханика». Первая служба состоялась в декабре 2004 года», – пишут в книгах ржевские краеведы. Это уже история. Когда-то ее прочитают наши потомки, взглянув на деревянное здание церкви, которое, как уже сейчас кажется, было здесь всегда.

Юрий Алексеевич листает страницы фотоальбома и рассказывает о том, в чем сам принимал непосредственное участие. Он сам делает чертежи всех конструкций, лично согласовывает с заказчиками. И те, кто однажды воспользовался помощью специалистов «Электромеханики», обращаются снова и рекомендуют предприятие коллегам и знакомым. Вот храм-часовня памяти погибших под Ржевом воинов-якутян в Ржевском районе: основание, купол и крест к нему изготовили на «Электромеханике» и установили буквально за два часа. Вот Западная Двина. «Электромеханика» изготовила для местного храма три очень больших купола диаметром

около трех с половиной метров и высотой порядка четырех, и два купола поменьше. Вот село Оковцы Селижаровского района, где завод помогал восстанавливать старое здание храма. Изготовили кресты, напылили их поверхности под цвет золота и отполировали, сегодня они сверкают на солнце, украшая святое место и став символом возрождения нашей истории и духовности. Шесть крестов с куполами были изготовлены заводом для храма в селе Ельцы того же Селижаровского района. А в 2009 году генеральный директор Виктор Константинов взялся за смелый проект. Нужно было изготовить 20 шестиметровых колонн для восстановления храма Петра и Павла в Селижарово. Администрация района искала того, кто возьмется за сложный проект, давно, но получала отказы. Специалисты «Электромеханики» решили попробовать – и справились!

– Мы все рассчитали, по собственным чертежам изготовили формы, отлили



Церковь в честь Архангела Михаила



Собор в честь Вознесения Господня

колонны с металлическим каркасом из бетона, заполировали. Они встали на место без сучка и задоринки, вписались просто отлично, – говорит Ладыгин. – И сразу после этого завод получил заказ на изготовление для этого же здания купола, шпиля и креста высотой 12 метров. Священник, о. Сергей, сам в прошлом художник, сделал эскиз шпиля. А мы стали думать: изготовить полдела, как смонтировать эту 12-метровую конструкцию, да еще на немалой высоте самого здания? Конечно, гораздо проще полностью монтировать на земле, чем наверху. Но какой высоты должен быть кран, чтобы прицепить 12-метровый шпиль за верхнюю точку и водрузить на самый верх высотного здания? На помощь пришли точные расчеты: в нижней части была найдена точка, при подвешивании за которую конструкция сохраняет строго вертикальное положение. В этой точке приварили крепление, краном прицепили и подняли за него. Конструкция не

наклонилась, не перевернулась, монтаж прошел без эксцессов.

Вообще, мы всегда стараемся просчитать вариант, при котором затраты сил и средств были бы минимальными. Высотные работы – сложные и дорогие. Значит, мы делаем так, чтобы конструкция собиралась максимально просто и быстро, и лучше – на земле. Заранее предусматриваем и делаем крепежи, чтобы установка была надежной и не слишком сложной одновременно. Технологии, можно сказать, отработаны, – продолжает Юрий Алексеевич. – Надо сказать, что при изготовлении куполов и крестов задействованы не 2-3 человека, а гораздо больше – более 20 профессий! Очень важную часть этой работы выполняют резчики на станках с программным управлением – это Александр Беляков и Александр Проканов. Значительно сократить сроки изготовления деталей и обеспечить необходимое качество позволяет грамотное программирование, и это заслу-

га Галины Варченя, Людмилы Ковалевой и Ильи Грязнова. Молодые вальцовщики Юрий Мотов, Сергей Лобанов успешно выполняют работы по гибке, вальцовке и подгонке. Процесс покрытия купола зависит от точности сборки, и здесь трудятся слесари по сборке металлоконструкций Александр Павлов, Александр Орлов, Владимир Лобанов. Бригады Геннадия Кузнецова и Олега Морозова выполняют сварку всех видов конструкций для храмов. Отделочники Виктор Филатов и Виктор Образцов зачищают, полируют, шлифуют детали. Наиболее сложным и ответственным является процесс покрытия купола, креста листовой медью, нержавеющей напыленной сталью или сталью с покрытием различных цветов. Это качественно выполняет бригада Юрия Булеева – он занимался такими работами с 2002 года, вначале с Виктором Поповым и Владимиром Ермаковым, сегодня это делают Игорь Колотушкин, Руслан Березников и Александр Морозов.

Юрий Ладыгин произносит слова благодарности тем, кто непосредственно занят теми или иными работами, и листает фотоальбом дальше.

В 2009 году именно так «Электромеханика» изготовила для церкви, расположенной в Андреаполе, основание и опору купола.

Через полтора года в Покровском старообрядческом храме благодаря заводу появились новые кованые ворота, в точности с предоставленным храмом эскизом. Тогда же для Оковецкой церкви, тоже расположенной в Ржеве, заводом была изготовлена куполообразная крыша, изготовленная из нержавеющей стали с напылением из нитрида титана, для нового здания крестильни. В 2012 году Оковецкий кафедральный собор украсился новым трехметровым крестом с куполом и основанием высотой в 4 метра. Его также полностью собрали в цехе завода и установили в июне. А весной того же года основание купола и купол с крестом «Электромеханика» сделала для храма, расположенного в д. Сельцо Калининского района. Осенью 2012-го открылся храм на территории исправительной колонии № 7, расположенной в Ржеве. Его настоятелем стал о. Алексей, который раньше служил в храме вмч Варвары, и потому был хорошо знаком с руководством и коллективом «Электромеханики». Именно к ним он и обратился за помощью. Кресты и купола, сделанные по его просьбе на заводе, сегодня стоят в этом храме.

Те из горожан и гостей города, кто проезжает по Торопецкому тракту и Красноармейской набережной в городе Ржеве, не могли не заметить, как в последние годы преобразилась территория Собора Вознесения Господня (ржевляне знают это место как «Казанку»). В мае 2013 года на невысоком здании, расположенном неподалеку, появился купол, который теперь видно издалека. Он ярко-синего цвета, с золотыми звездами и прожилками. Это тоже заслуга предприятия и лично Виктора Константинова. Масштабным делом стала установка купленного им на личные средства 230-килограммового колокола на высокой колокольне в Вознесенском соборе. Чуть позже по обращению настоятеля храма о. Константина Чайкина предприятие изготовило две ем-

кости для святой воды объемом 1000 и 700 литров, купель для крещения, сделало и установило малые купола на ворота. Помогает завод и в изготовлении других необходимых для нужд церкви вещей. Для Оковецкого кафедрального собора было изготовлено приспособление для отлива Архиерейских свечей, для Вознесенского – нагреватели для той же потребности. Немалая часть названного делается предприятием совершенно бесплатно, в рамках спонсорской помощи.

Совсем недавний проект – купол и крест высотой 3 метра для строящегося храма в селе Осуйское Ржевского района:

– Мы изготовили его всего за месяц, – говорит Ладыгин.

На самом деле, простыми такие проекты только кажутся. Юрий Алексеевич рассказывает: «луковичка» купола набирается из ромбовидных листов, каждый из которых нужно согнуть в необходимой плоскости, и прикрепить к основанию и соседнему ромбу так, чтобы конструкция была прочной, а внутрь не попадала ни вода, ни снег. Для подобного 3-метрового купола таких листочков надо порядка 500, причем сборка идет снизу вверх, а не наоборот. А саму обложку фотоальбома, который Ладыгин держит в руках, украшают вырезанные точно из такого материала православный крест и эмблема ОАО «Электромеханики». Такие точные детали высокотехнологичное оборудование, ко-

торое сегодня используется на заводе, по точно заданной программе позволяет делать чуть ли за несколько минут.

У завода есть и очередной заказ.

– Буквально на днях мы с настоятелем Покровского старообрядческого храма обсудили изготовление нового шатра, купола и креста для здания. Работа будет непростой: конструкция, которую нам предстоит сделать, имеет 8 метров в основании и 13,5 в высоту. Сейчас подготовительные работы уже идут.

... В альбоме Юрия Алексеевича Ладыгина нет последней страницы. Целый блок в нем еще не заполнен, потому что благие дела продолжаются.

– Церковь в России всегда была оплотом морали и нравственности, духовным институтом, она брала на себя вопросы воспитания подрастающего поколения, это помогало сохранению исконно наших традиций, помогало стране выстоять и не растерять своей истории в самые сложные времена, – говорит он. – Люди осознали это в 90-е и продолжают открывать для себя эти простые истины сейчас. Наше предприятие оказывало помощь церкви и тогда, когда экономическая обстановка на нем была очень непростой. Возможно, именно это и помогло ему пережить сложные годы и помогает оставаться стабильным сейчас. Даст Бог, так и будет...

В публикации использованы материалы с сайта Тверской Епархии.



Кафедральный Собор в честь иконы Божией Матери «Оковецкая»



В РОССИИ СОБРАН ГЛАВНЫЙ ЭЛЕМЕНТ АВИАЦИОННОГО ДВИГАТЕЛЯ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Газогенератор – «сердце» перспективного двигателя ПД-14 для воздушных судов – был впервые собран на серийном заводе. Важное для всей двигателестроительной отрасли событие произошло на Пермском моторном заводе (ПМЗ), где в ближайшем будущем планируется собирать новые двигатели целиком.

Двигатель ПД-14 – турбореактивный двухконтурный двухвальный двигатель нового поколения, разработанный для ближне- и среднемагистральных самолетов. Основная особенность ПД-14 – применение унифицированного компактного газогенератора, позволяющего создать целое семейство авиационных двигателей и промышленных газотурбинных установок, сообщил ПМЗ. Семейство двигателей ПД предназначено для установки на самолеты МС-21. Более мощные модификации на базе газогенератора двигателя могут быть применены на Ту-214, Ил-96-300 и Ил-96-400Т.

Детали и комплектующие для перспективного двигателя созданы на нескольких предприятиях, среди которых ПМЗ, «Авиадвигатель», «СТАР» (Пермь), Уфимское моторостроительное производственное объединение (УМПО), Научно-производственное объединение «Сатурн» (Рыбинск), Научно-производственный центр газотурбостроения «Салют» (Москва), «Металлист-Самара» и другие. В частности, УМПО создало разделительный корпус из титанового сплава и ротор компрессора высокого давления, НПЦГ «Салют» – центральный привод газогенератора.

На самом ПМЗ были изготовлены стартовая часть компрессора высокого давления, камера сгорания и турбина высокого давления. Двигатель ПД-14 собирают самые квалифицированные специалисты – слесари-сборщики 5-6 разряда с многолетним стажем работы. Все они прошли обучение и специальную аттестацию.

После сборки и балансировки газогенератор был отправлен на предприятие «Авиадвигатель» для дальнейших инженерных испытаний. Предполагается, что вскоре ПД-14 будут собираться на ПМЗ от начала и до конца. Всего будет изготовлено не менее 18 двигателей опытной партии. Они будут использованы для сертификации ПД-14 и укомплектованного им воздушного судна.

Пермский моторный завод – серийный производитель авиадвигателей, промышленных газотурбинных установок для электростанций и газотранспортных магистралей. ПМЗ входит в состав Объединенной двигателестроительной корпорации.

НАЧАТА СБОРКА СОТОГО САМОЛЕТА SUKHOI SUPERJET 100

31 января 2015 года Комсомольский-на-Амуре филиал ЗАО «Гражданские самолеты Сухого» начал стыковку составных частей сотога по счету самолета Sukhoi Superjet 100.

В Цех сборки фюзеляжа КНАФ ЗАО «ГСС» были доставлены для стыковки отсеки фюзеляжа из филиалов ОАО «Компани «Сухой», где они были произведены: комсомольского КНААЗ им. Ю.А. Гагарина и новосибирского НАЗ им. Чкалова.

После сборки фюзеляжа будет установлен каркас пола багажных отделений, проведен монтаж пассажирских и сервисных дверей, а также дверей багажных отделений, установлены стекла пассажирского салона, смонтирована кабельная сеть, нанесено защитное покрытие на фюзеляж и другие работы. Данные операции будут последовательно выполняться на четырех производственных участках цеха.

Затем сборка воздушного судна продолжится в Цехе окончательной сборки комсомольского филиала ЗАО «ГСС», где одновременно работы ведутся на семи производственных участках. В данном цехе устанавливается оперение самолета, крылья стыкуются с фюзеляжем, осуществляется монтаж шасси, устанавливаются двигатели, проверяется работоспособность систем самолета и другие многочисленные операции.

По завершению первых наземных и летных испытаний в Комсомольске-на-Амуре сотый лайнер отправится на покраску и установку интерьера, после

чего будет готовиться к приемке заказчиком.

Ожидается, что строительство юбилейного Sukhoi Superjet 100 с заводским номером 95100 закончится во втором квартале 2015 года.

В 2015 ГОДУ ОАО «НАЗ «СОКОЛ» ПЕРЕХОДИТ К ОСВОЕНИЮ ПОЛНОЙ СБОРКИ САМОЛЕТА МИГ-29М2

В 2015 году в рамках дальнейшего расширения кооперации ОАО «НАЗ «Сокол» и ОАО «РСК «МиГ» на нижегородское авиапредприятие будет передан полный объем сборочных работ на самолете МиГ-29М2 (двухместный вариант).

В 2015 году в рамках дальнейшего расширения кооперации ОАО «НАЗ «Сокол» и ОАО «РСК «МиГ» на нижегородское авиапредприятие будет передан полный объем сборочных работ на самолете МиГ-29М2 (двухместный вариант). Соответствующий контракт между корпорацией «МиГ» и «Соколом» был подписан в конце 2014 года.

Перечень изделий для самолетов унифицированного семейства МиГ-29 К/КУБ и МиГ-29 М/М2, освоенных на нижегородском авиазаводе, в последние годы существенно расширился: от изготовления отдельных агрегатов для этих самолетов «Сокол» поэтапно переходит к увеличению объема сборочных работ.

В дополнение к уже освоенному производству головных частей фюзеляжа, воздухозаборников, бак-кессонов, баков 3,3а и других агрегатов, в 2013 году на предприятии началось освоение процесса стыковки фюзеляжа для этих машин. Уже в 2014 году в РСК «МиГ» была отправлена первая партия фюзеляжей, изготовленных на «Соколе», а в 2015 году, в соответствии с условиями вновь заключенного контракта, на авиазаводе в Нижнем Новгороде будет осуществляться полная сборка двухместного варианта МиГ-29М2. Первая машина из этой партии, собранная на «Соколе», запланирована к отправке уже в начале 2016 года.

Расширение объема работ в ОАО «НАЗ «Сокол» в рамках кооперации с РСК «МиГ» означает для нижегородского авиазавода существенное увеличение загрузки в самое ближайшее время и необходимость оперативного решения новых технических задач.

ООО "ТЕХНОПАРК "ПОПУЛЯРНАЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА"

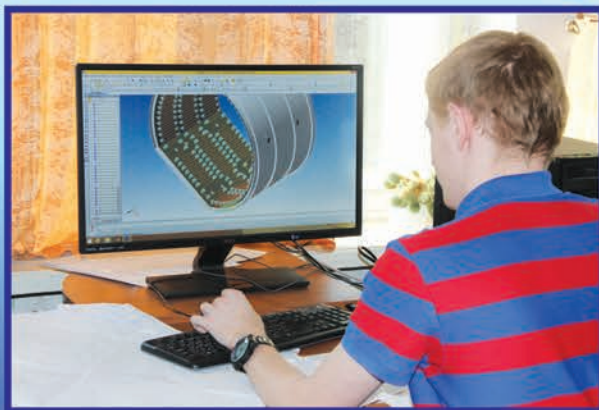


Авторизованный сервисный центр ОАО "Электромеханика"

Сервисный центр обеспечивает выполнение всех видов работ по обслуживанию оборудования производства ОАО «Электромеханика». На выполненные работы предоставляется гарантия.

ВИДЫ УСЛУГ, ПРЕДОСТАВЛЯЕМЫХ СЕРВИСНЫМ ЦЕНТРОМ:

- ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ
- ГАРАНТИЙНЫЙ РЕМОНТ
- ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫЙ РЕМОНТ
- МОНТАЖНЫЕ И ШЕФ-МОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ
- ПУСКО-НАЛАДОЧНЫЕ РАБОТЫ
- ОБУЧЕНИЕ ПЕРСОНАЛА
- ПОСТАВКА ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ.



Адрес: 172386, Тверская область, г. Ржев, Заводское шоссе, д. 2

e-mail: Rzh-tekhnopark@mail.ru