

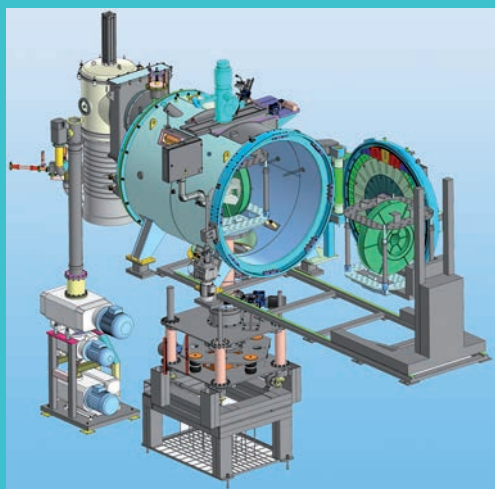


Научно-технический журнал

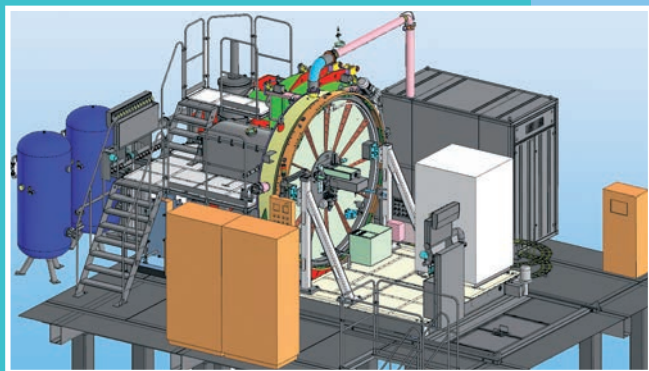
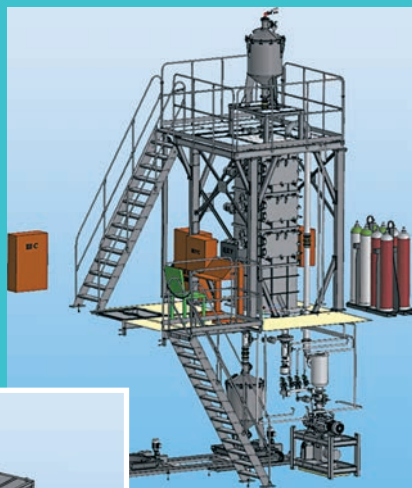
# ЭЛЕКТРОМЕХАНИК

№22 | декабрь 2021 | [www.el-mech.ru](http://www.el-mech.ru)

## ИСКУССТВО СОЗДАВАТЬ ПОРОЖДАЕТ БУДУЩЕЕ



КОМПЛЕКСНАЯ  
ТРИАДА  
ОБОРУДОВАНИЯ



для  
производства  
металлических  
порошков  
и гранул



СО СПОРТОМ И РАБОТА  
СПОРИТСЯ!

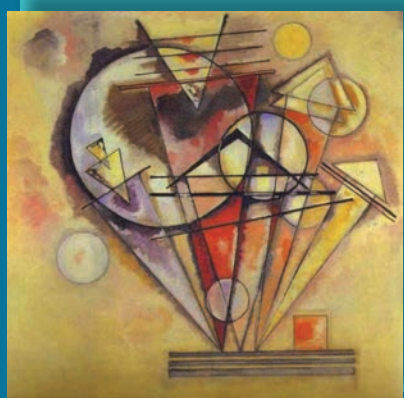
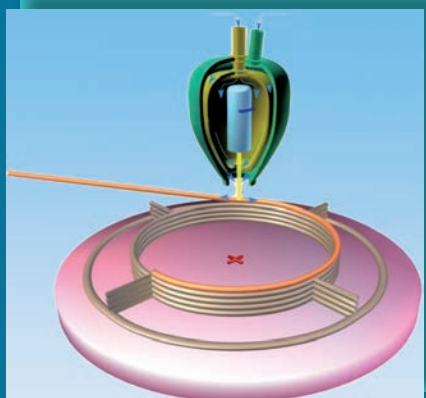


ЧЕЛОВЕК-  
ЛЕГЕНДА  
Юрий ЛАДЫГИН



Сергей  
ИВАНОВ  
38 ЛЕТ  
В ОДНОМ ЦЕХЕ

### ТЕХНОЛОГИЯ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ КУЛЬТУРЫ



### КОГДА В УЧАСТНИКАХ СОГЛАСЬЯ НЕТ







ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

**ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА**

**Дорогие друзья, уважаемые коллеги!**

**Уходит в историю 2021 год, уступая место новому 2022-му году. Уходит, оставляя нам память о ярких и рядовых событиях, о встречах и расставаниях, давая нам жизненные уроки и наделяя новыми знаниями и опытом.**

**Мы традиционно отпускаем уходящий год с благодарностью и теплом, а новый встречаем с надеждами, планами, мечтами и верой в лучшее завтра.**

**Желаем вам, чтобы все задуманное в новом 2022 году осуществилось, чтобы новогодний бой курантов стал предвестником новых достижений! Пусть эти праздничные дни принесут радость и счастье в каждый дом, пусть в семьях царит гармония, уважение и любовь, пусть будут здоровы дети и родители, пусть исполняются заветные желания и мечты!**

**Поздравляем со светлыми праздниками Нового года и Рождества Христова!**

**ПАО «Электромеханика»**



## Уважаемые друзья, коллеги!

Новый, 22-й по счету номер нашего журнала выходит в свет прямо перед началом 2022 года. Еще один наш с вами год позади – год, в который уместились многочисленные события, встречи, перемены, задачи, уроки и компетенции.

В журнале мы уделяем традиционно много внимания нашим и наших коллег новым разработкам, исследовательским достижениям, внедренным технологиям и выпущенной продукции. Но с самого первого номера немалая часть страниц и публикаций нашего издания – не о материалах, установках, заказах, формулах, а о людях. И с моей, как главного редактора, принципиальной точки зрения, это очень важная и нужная тема. И совершенно правильный ракурс – даже в научно-техническом журнале рассказывать читателям о событиях не сухим отстраненным языком, а периодически предоставляя слово их участникам. Ведь ничто не происходит без участия людей. У каждого открытия и идеи, у каждой единицы продукции, сошедшей с конвейера или штучной, у каждой научной разработки, подписанного контракта или нормативного документа есть имена – имена людей, которые за этим стоят.

В сегодняшнем номере мы вновь знакомим вас с такими людьми. Это слесарь Сергей Иванов, почти сорок лет проработавший в одном цехе. Это Юрий Ладыгин, который в свои 84 года каждый день приходит на завод и остается самым компетентным специалистом в своем направлении. Это Евгений Шелехов, ветеран Великой Отечественной войны, который трудился на нашем заводе с 1952 года и своими руками построил большую часть корпусов нашего предприятия, жилья и социальных объектов заводского микрорайона.

Рассказывать о героях – это совершенно правильно. Если человек совершил подвиг, смелый поступок, научное открытие, – тем самым он заслужил право быть известным, вдохновлять примером и вести за собой. На протяжении всей жизни каждый из нас тоже равняется на героев – и это скорее не про подвиги, а про пример. Мы учимся терпению у мамы, честности у отца, подмечаем достижения сверстников, тянемся за наставниками, перенимаем лучшие качества у коллег... Эти уроки мы берем всю свою жизнь. И одновременно даем их тем, кто так же пристально наблюдает за нами.

Сегодня сложное время. Время, когда перед каждым руководителем встают порой неразрешимые задачи, когда на пустом месте дорожают материалы и без предпосылок разрываются договоренности, когда есть риск, слишком сосредоточившись на выживании, замкнуться на своих проблемах и забыть о тех, кто рядом. Этого ни в коем случае делать нельзя. За каждым из вас – коллективы, сотни людей, которые не просто от вас зависят. Они смотрят на вас, равняются и берут пример. Вы для них – настоящие герои. А вы сами, если приглядитесь, поймете, что те, кто вас окружает – такие же герои своего времени, своего рабочего места, своей сегодняшней задачи. Рядовые люди. Ценные специалисты. Главная ценность на любые времена.

Светлана АРТЕМЬЕВА, главный редактор журнала «Электромеханик»



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ГЛАВНАЯ ТЕМА</b> _____	<b>2</b>
Комплексная триада оборудования для производства металлических порошков и гранул	
<b>ТЕХНОЛОГИИ</b> _____	<b>11,21</b>
Технология как составляющая культуры	
Модель реакции конструкции сушильной камеры на вакуумную нагрузку	
<b>НА СВОЕМ МЕСТЕ</b> _____	<b>26,35</b>
Человек-легенда	
38 лет на одном месте	
<b>ВЫСТАВКИ</b> _____	<b>28</b>
ВэйстТэк – возможность лучше реализовать наше новое направление	
<b>НОВОСТИ ОТРАСЛИ</b> _____	<b>30</b>
<b>СОЦИАЛЬНАЯ РОЛЬ</b> _____	<b>31</b>
Ветерану и патриоту – 95	
<b>ТЕХНОЛОГИИ</b> _____	<b>33</b>
Плюс еще одна котельная	
<b>СПОРТИВНАЯ ЖИЗНЬ</b> _____	<b>37</b>
Со спортом и работа спорится!	
<b>ПРАВО</b> _____	<b>41</b>
«Человек и закон»: Когда в участниках согласия нет, или Отдельные вопросы разрешения корпоративного спора между акционерами (участниками) компании	

«Электромеханик»  
Научно-технический журнал  
№ 22  
Декабрь 2021

**Редакционная коллегия:**  
Светлана АРТЕМЬЕВА  
(главный редактор)  
Андрей КОНСТАНТИНОВ, к.т.н.  
(составление, консультация)

**Верстка:** Светлана РОМАНОВА

Перепечатка материалов возможна только по согласованию с редакцией

Тираж 700 экземпляров  
Отпечатано в ООО «Тверская фабрика печати»  
Тверь, Беляковский пер., 46

Публичное 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

С.А. ГУСЕВ, к.т.н., ведущий инженер-конструктор ПАО «Электромеханика»  
Н.Н. ЧУПЯТОВ, д.т.н., заместитель генерального директора по производству  
ПАО «Электромеханика»

# КОМПЛЕКСНАЯ ТРИАДА ОБОРУДОВАНИЯ

## для производства металлических порошков и гранул

В данной статье рассматривается комплексная триада оборудования для производства металлических порошков и гранул, которая обеспечивает согласованные автоматизированные технологические процессы получения металлических порошков и гранул методом центробежного распыления и управления качеством полученного продукта посредством его сепарирования, капсулирования, термической дегазации и герметизации

В ходе последней, прошедшей в мае 2021 года выставке «Металлообработка» подавляющее большинство докладов видеоконференции были посвящены 3D-технологиям и порошковой металлургии. Этот обозначенный несколько лет назад тренд прочно закрепился в современных технологиях металлообработки. Судя по докладам, российская металлообработка достигла серьезных успехов в технологиях 3D-печати с использованием как пластиков и керамики, так и металлов. Однако по-прежнему предметом озабоченности является как традиция предпочтения импортного оборудования, так и, что особо подчеркивалось, острая и лавинообразно нарастающая потребность в качественном исходном материале для 3D-печати.

Большой расход порошков для 3D-печати обусловлен не только спецификой самой технологии 3D-печати, но и тем, что российские аддитивщики уже перешагнули рубеж между единичными экспериментами и реальным промышленным аддитивным производством. В связи

с этим, серьезно стоит вопрос об устойчивых поставках порошков для 3D-печати не только достаточного количества, но и качества, позволяющего легально использовать их в дорогостоящих 3D-принтерах. Низкосортные порошки могут сделать бесполезными финансовые затраты на оборудование 3D-печати в случае его выхода из строя и невозможности восстановления по причине утраты гарантий производителя.

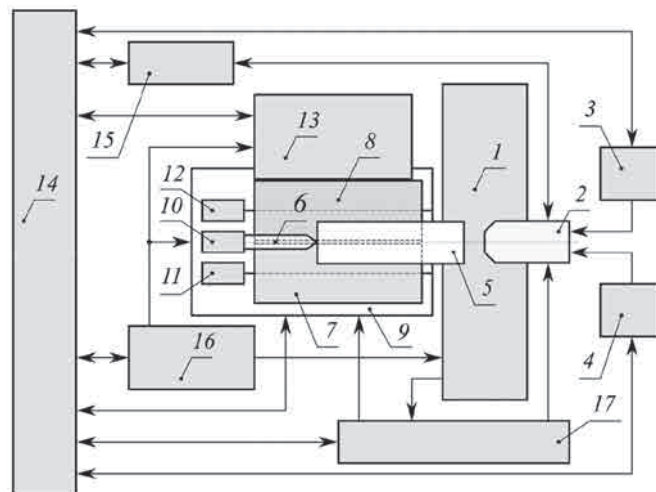
Между тем, ПАО «Электромеханика» имеет в своем арсенале глубоко проработанные направления по производству оборудования для аддитивных технологий. Наиболее значимым в этом контексте является оборудование для производства металлических порошков и гранул.

### УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРОШКА МЕТОДОМ PREP «ГРАНУЛА-2500»

Установки серии «Гранула» предназначены для получения металлических порошков. ПАО «Электромеханика» обладает большим опытом разработки и изготовления подобного оборудования с различной размерностью получаемого на выходе порошка – от 5 мкм до 2 мм. Но в данной статье рассматривается комплекс оборудования, позволяющий получать гранулометрический состав, наиболее востребованный в аддитивном производстве.

Центральным (инструментальным) звеном технологического процесса (ТП) распыления методом PREP (Plasma Rotating Electrode Process – плазменной плавки и центробежного распыления быстровращающейся литой заготовки) является плазмотрон. На входе ТП – быстровращающаяся тугоплавкая заготовка – электрод. На выходе – сферические частицы порошка.

Структурная схема технологической установки для получения порошка методом PREP представлена на рисунке, где: 1 – камера распыления; 2 – плазмотрон; 3 – источник питания; 4 – привод плазмотрона; 5 – заготовка; 6 – толкатель; 7 – барабан №1; 8 – барабан №2; 9 – блок приводов; 10 – привод продольного перемещения заготовки; 11 – привод вращения барабана 1; 12 – привод вращения барабана 2; 13 – загрузочное устройство; 14 – система управления; 15 – система водоохлаждения; 16 – вакуумная станция; 17 – газовая система.



Структурная схема технологической установки для получения порошка методом PREP

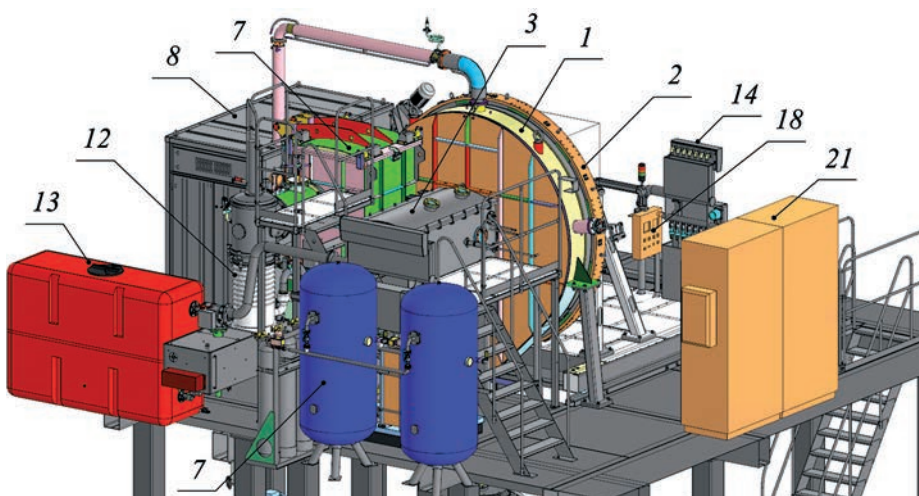


Получение металлических порошков на установке «Гранула-2500» основано на методе центробежного распыления расплава с торца быстро вращающейся цилиндрической заготовки, оплавленной плазменной струей. Капли расплава, оторвавшиеся от вращающейся заготовки, перемещаясь в инертной среде, охлаждаются со скоростью  $10^4 \dots 10^7$  град/с, образуя частицы металла – порошок, который из камеры распыления перемещается в приемный контейнер. В контейнере металлический порошок в инертной среде, в которой был получен, герметизируется. Контейнер отсоединяется от камеры распыления и передается на дальнейшую обработку.

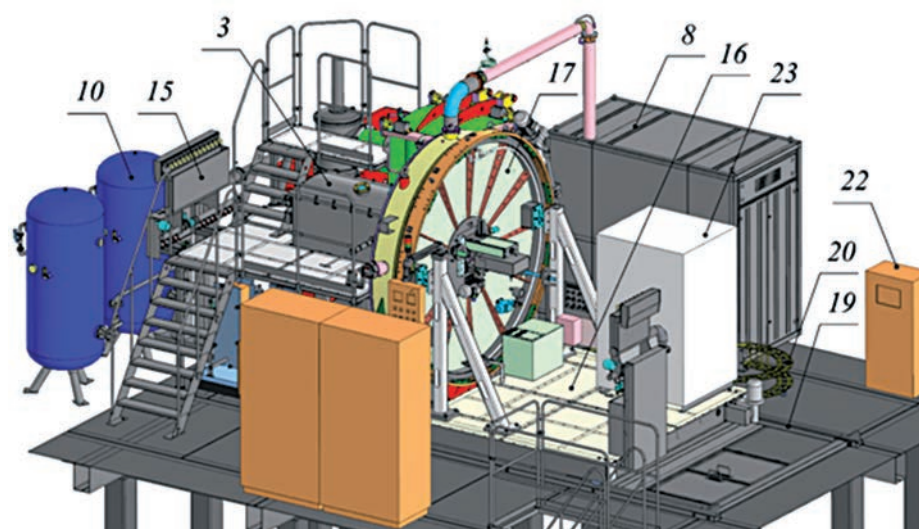
Конструкция установки «Гранула-2500» представлена на рисунках с соответствующей здесь же нумерацией элементов.

Состав установки «Гранула-2500»:

- 1 камера распыления;
- 2 затвор байонетный;
- 3 блок приводов;
- 4 плазмотрон;
- 5 электромеханический привод продольного перемещения плазмотрона;
- 6 электромеханический привод вертикального перемещения плазмотрона;
- 7 устройство загрузочное;
- 8 система газовая (СГ);
- 9 рампа СГ;
- 10 ресивер СГ;
- система вакуумная;
- 11 подсистема форвакуумная;
- 12 подсистема высокого вакуума;
- система водоохлаждения (СВО);
- 13 бак дистиллированной воды СВО;
- 14 коллектор СВО;
- 15 коллектор СВО;
- 16 платформа откатная;
- 17 дверь откатная;
- 18 пульт плавильщика;
- 19 путь рельсовый;
- 20 электроразводка;
- система пневматическая;
- 21 шкаф управления;
- 22 шкаф силовой;
- 23 выпрямитель ВПУ-2500М;
- 24 устройство пересыпное;
- 25 контейнер;
- 26 бункер некондиционных гранул;
- механизм сбора огарков;
- 27 путь рельсовый;
- 28 путь рельсовый.



Установка для получения порошков «Гранула-2500» (вид 1)



Установка для получения порошков «Гранула-2500» (вид 2)

Процесс получения порошков ведется в следующей последовательности. Партия специально подготовленных электродов загружается в накопитель электродов, который переносится в загрузочное устройство. Из загрузочного устройства электроды поочередно, через разделитель электродов, подаются на барабаны и прижимаются к ним прижимными роликами. Продольное перемещение заготовки выполняет узел перемещения толкателя.

Вращающийся электрод подается в камеру распыления, где его торцевая часть нагревается до температуры плавления специальным плазменным источни-

ком нагрева. Расплавленный металл распыляется под действием центробежных сил, возникающих при вращении электрода.

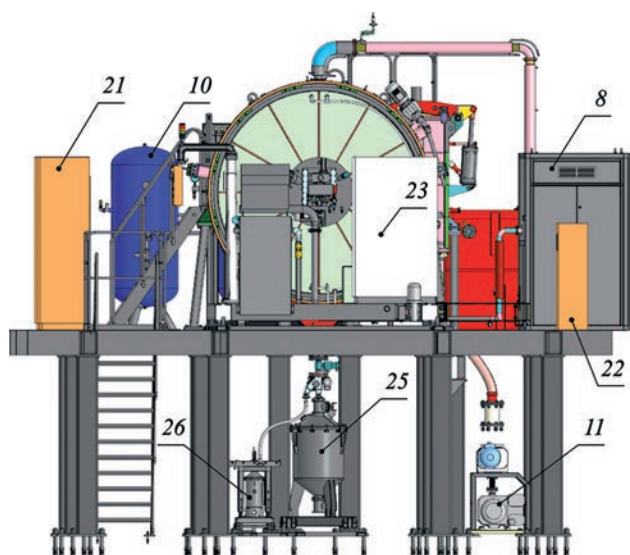
Инертный газ, подаваемый через трубопровод в объем камеры блока приводов, способствует быстрой кристаллизации распыленных капель. Кристаллизованный порошок попадает в пересыпное устройство, где происходит его дополнительное охлаждение, производится отбор проб и затем он попадает в бункер, который после окончания технологического процесса герметизируется вакуумным затвором.

Оставшаяся, нерасплавленная часть

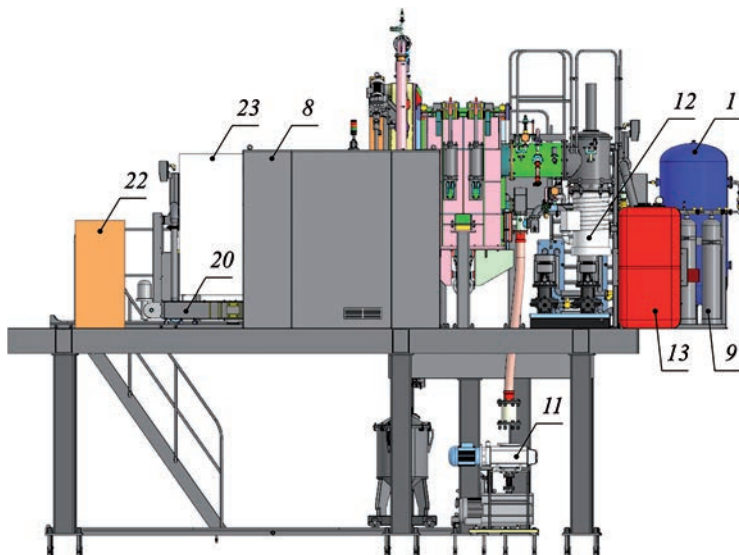
электрода сбрасывается в специальный бункер с помощью механизма сбора огарков.

Результаты распыления на модернизированной установке «Гранула-2500» заготовки из титанового сплава ВТ-6 и жаропрочного никелевого сплава (распределение по размеру частиц) приведены на соответствующим рисункам ниже.

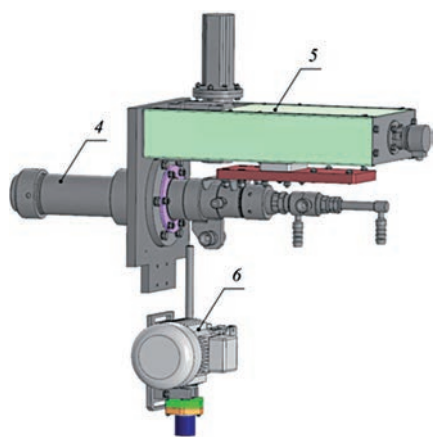
Из рисунков наглядно следует статистический характер распределения размера получаемого порошка. Требования к порошку, предназначенному для 3D-печати, характерны, как правило, гораздо более узкими границами. С целью обеспечения этих требова-



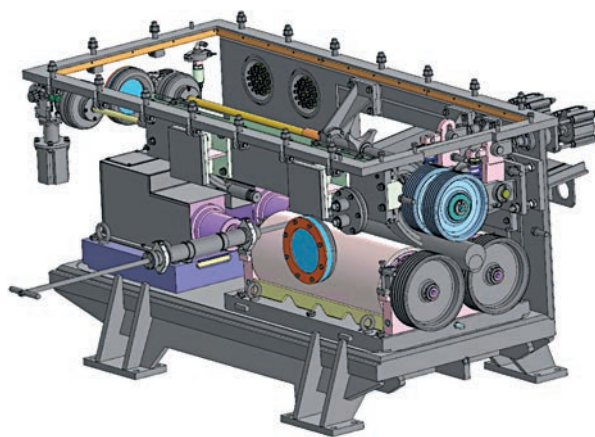
Установка для получения порошков «Гранула-2500» (вид 3)



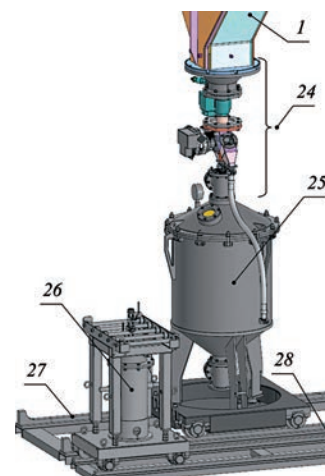
Установка для получения порошков «Гранула-2500» (вид 4)



Установка для получения порошков «Гранула-2500» (вид 5: плазматрон с электромеханическими приводами)

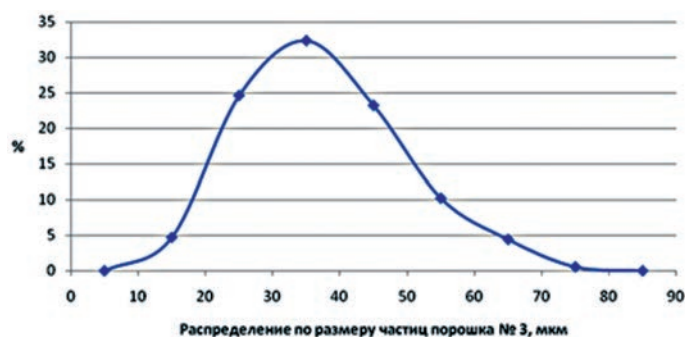


Установка для получения порошков «Гранула-2500» (вид 6: блок приводов)

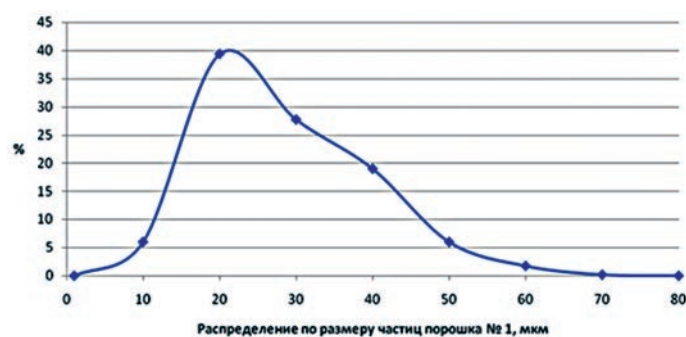


Установка для получения порошков «Гранула-2500» (вид 7)





Распределение по размеру частиц после распыления заготовки из титанового сплава BT-6 (минимальный размер – 5 мкм, максимальный размер – 69 мкм, средний размер – 23 мкм)



Распределение по размеру частиц после распыления заготовки из жаропрочного никелевого сплава (минимальный размер – 10 мкм, максимальный размер – 68 мкм, средний размер – 32 мкм)

ний производится последующая сепарация полученного порошка и дальнейшее объединение сепарированного порошка в большие партии с нормированными размерными границами.

### УСТАНОВКА СЕПАРАЦИИ ГРАНУЛ «УСГ-1»

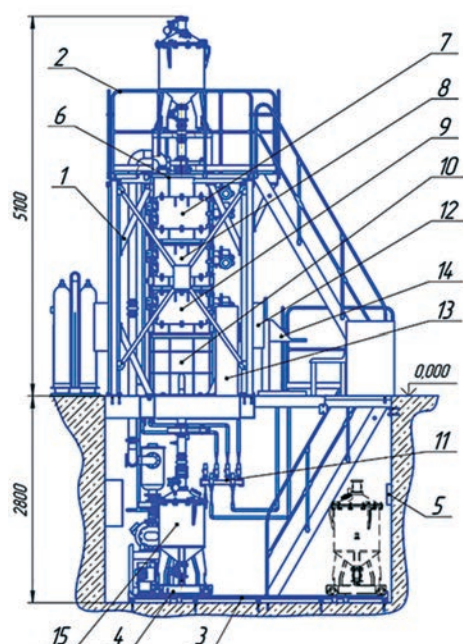
Установка сепарации гранул «УСГ-1» предназначена для разделения сыпучих материалов, компоненты которых отличаются электрической проводимостью, методом электростатической сепарации. Процесс происходит в среде смеси инертных газов аргона и гелия (допускается – в среде аргона) с одновременным транспортированием получаемых порошковых материалов в объемную герметичную емкость без контакта с воздухом.

Использование гранул с минимальной разницей в размерах обусловлено потребностью обеспечения качества деталей, получаемых методом 3D-печати.

Эскиз установки «УСГ-1» и внешний вид представлен на рисунках.

Состав установки «УСГ-1»:

- 1 металлоконструкция;
- 2 площадка обслуживания;
- 3 путь рельсовый;
- 4 тележка;
- 5 пульт управления перемещением контейнеров;
- 6 крышка сепаратора;
- 7 секция 1;
- 8 секция 2;
- 9 секция 3;
- 10 секция разгрузки сепаратора;



Установка сепарации гранул «УСГ-1»

- 11 система регулирования давления;
- 12 шкаф управления;
- 13 шкаф источников высокого напряжения;
- 14 центральный пульт управления;
- 15 контейнер.

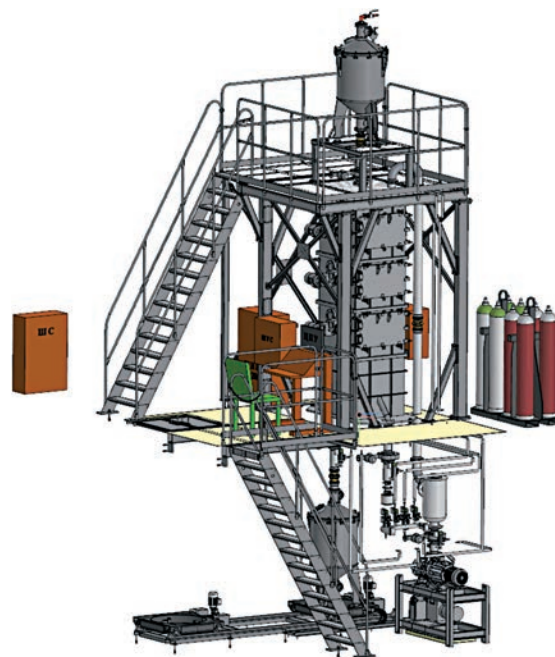
Отделение неметаллических включений из порошка основано на методе электростатической сепарации. Данную функцию выполняет сепаратор.

Сепаратор является герметичным сосудом, изготовленным из нержавеющей стали. Сепаратор состоит из крышки сепаратора 6, трех рабочих технологических секций разделения: секция 1 (поз.7), секция 2 (поз.8), секция 3 (поз.9) и секции разгрузки сепаратора (поз.10).

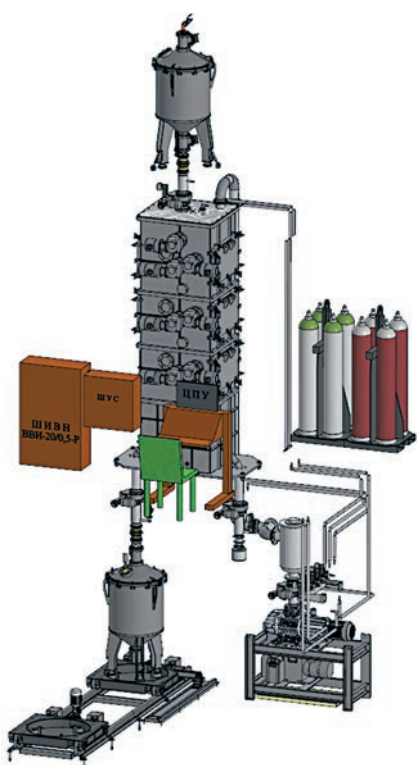
Рабочие секции сепаратора снабжены дверями. При открытых дверях

обеспечивается свободный доступ к рабочей зоне секции. Каждая секция оборудована блокировкой дверей со стороны коронирующих электродов. Блокировка осуществляется концевым выключателем. При открывании дверей происходит разрыв цепей управления и обесточивание электрооборудования сепаратора.

Технологические секции сепаратора выполнены в виде сварных корпусов, в сборе представляющих собой герметичный корпус сепаратора. В корпусе сепаратора установлены: распределитель 1 со встроенными электронагревателями, питатель 2 с желобчатым валком, коронирующие электроды 3, осадительные электроды 4, щетки 5, отсекатели 6, насадка на отсекатель 7, разделительные бункеры 8, 9.



Установка сепарации гранул «УСГ-1»



Установка сепарации гранул «УСГ-1» безконструкционной обвески



Внешний вид установки сепарации гранул «УСГ-1»



Отсекатели располагаются под осадительным электродом. Отсекателями рабочее пространство секции разделяется на две зоны. Отсекатели выполнены из пластин, закрепленных на осях. Оси отсекаелей снабжены фиксаторами, обеспечивающими регулирование положения отсекаелей при настройке сепаратора и фиксацию их положения.

Коронирующие электроды 3 и осадительные электроды 4 образуют основные рабочие узлы сепаратора. К коронирующим электродам подведено высокое напряжение (10–20кВ). Между коронирующим и осадительным электродами обеспечивается коронный разряд.

Коронирующие электроды выполнены в виде стальной трубы, снабженной рядом иголок, ориентированных вдоль поверхности барабана. Коронирующие электроды устанавливаются на изоляторах, закрепленных на стенках секций.

На крышке сепаратора расположен фланец 10 для присоединения подающего контейнера. В основании разгрузочной секции расположены фланцы 11 для присоединения приёмного контейнера кондиционных гранул и 12 для присоединения

приёмного контейнера неметаллических включений.

Контейнер 15 ( $V \approx 0,2 \text{ м}^3$ ) является герметичной ёмкостью и служит для накопления сепарированного порошка. Сверху и снизу контейнера расположены герметичные ручные затворы. В верхней части корпуса установлен показывающий мановакуумметр. Подающий контейнер и приёмный контейнер имеет одинаковую конструкцию. Приёмный контейнер располагается в приемке и установлен на подвижную тележку. На дне тележки приварены три регулируемых упора (по одному на каждую ногу контейнера), которые при движении тележки предохраняют контейнер от опрокидывания. Подающий контейнер располагается в верхней части установки на подставке металлоконструкции, где зафиксирован от опрокидывания съёмными тягами с зацепами.

Контейнер некондиционных гранул является герметичной ёмкостью и служит для сбора неметаллических включений, получаемых в процессе сепарации. Контейнер крепится к фланцу 12 с помощью быстроразъёмного соединения, имеет объём около  $0,003 \text{ м}^3$ .

К дну сепаратора герметично присо-

единены сыпные трубопроводы, по которым тот или иной результат сепарации порошка поступает в приёмный контейнер.

На сыпном патрубке установлен пробоотборник для последовательного контроля качества порошка. Пробоотборник в любой момент позволяет сделать анализ без необходимости разгерметизации установки.

Пробоотборник состоит из: лопаты для набора пробы; приёмной воронки; ручных кранов; колбы.

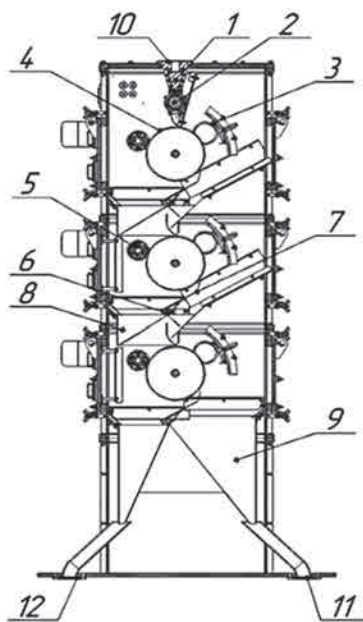
На наружных стенках технологических секций установлены: привод питателя 6, приводы осадительных электродов 7, приводы щеток 8, фиксаторы отсекаелей 9. В корпусе секций расположены смотровые окна 10, предназначенные для наблюдения за процессом сепарации.

Привод питателя и приводы осадительных электродов имеют регулируемую частоту вращения с целью установления оптимального режима работы сепаратора в зависимости от параметров сепарируемого материала.

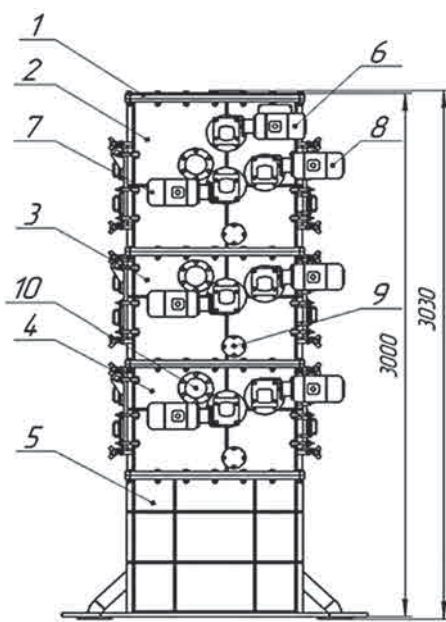
Система регулирования давления состоит из двух систем: вакуумной и газовой.

Степень чистоты применяемого





Сепаратор (вид 1)



Сепаратор (вид 2)

газа определяется заказчиком в зависимости от требований к составу конечного продукта.

Рекомендуется применять аргон особой чистоты марки 5.6 ТУ 2114-005-53373468-2006 с объемной долей аргона не менее 99,9998 процента и гелий газообразный (сжатый) высокой чистоты марки 60 ТУ 0271-001-45905715-02 с объемной долей гелия не менее 99,9998 процента.

Вакуум в камере обеспечивает 3-ступенчатый агрегат RUTA WAU 1001/D65 B/G.

На крышке размещен клапан для напуска атмосферы. Для контроля давления в камере на крышке расположен вакуумный датчик.

Управление электрооборудованием, входящим в состав вакуумной системы, и измерение остаточного давления производится аппаратурой, размещенной в шкафу управления давлением в камере.

Работа сепаратора осуществляется следующим образом. Исходный материал поступает из подающего контейнера в питатель 2 через распределитель 1. В распределителе материал подогревается и распределяется по ширине питания. Регулирование производительности питателя осуществляется изменением частоты вращения вала питателя. Из точки питателя материал поступает на поверхность вращающегося осадительного электрода 4 и выносятся в зону коронного разряда под коронирующий электрод 3. В поле корон-

ного разряда частицы материала приобретают заряд коронирующего электрода и под действием электрических сил прижимаются к поверхности заземленного осадительного электрода, поскольку последний имеет заряд, противоположный по знаку заряду коронирующего электрода. Контактная с осадительным электродом, каждая частица разряжается. Частицы, хорошо проводящие электрический ток, быстро отдают свой заряд и центробежной силой сбрасываются с барабана. Частицы со значительно меньшей электропроводностью медленнее отдают свой заряд и поэтому оседают на поверхности осадительного электрода. Отсекатели 6 направляют потоки сепарируемого материала в соответствующие секции разделительных бункеров 8 и 9. Непроводящие частицы снимаются с поверхности осадительного электрода вращающейся щеткой 5 и направляются в правый отсек бункера. Проводящие частицы направляются на переочистку на среднюю, а затем на нижнюю систему электродов 3 и 4. Из разделительных бункеров 8 и 9 проводящая и непроводящая фракция по течкам направляются в приемные контейнеры, присоединенные к фланцам 11 и 12 на нижнем основании разгрузочной секции сепаратора.

Избыточное давление в камере обеспечивает блок газовых баллонов аргона и гелия. Содержание аргона – 80 про-

центов, гелия – 20 процентов, допускается использовать 100-процентный аргон.

Аргоном заполняется объем до давления – 0,9-1,1 атм., гелия добавляют до получения давления – 1,1-1,3 атм. либо заполняется объем до давления – 1,1-1,3 атм. аргон. Система обеспечивает работу установки в заданных условиях, при избыточном давлении.

При достижении в сепараторе необходимого уровня вакуума (через 20 мин. после замера натекания), вакуумный агрегат отключается, и в камеру подается аргон из блока газовых баллонов. При достижении необходимого давления (0,9-1,1 атм.) подача аргона прекращается, и начинается подача гелия до необходимого давления – 1,3 атм., либо наполнение аргон до давления 1,1-1,3 атм., затем открываются затворы подающего контейнера. Порошок подается в сепаратор, а затем в приемные контейнеры. Когда сепарация подающего контейнера закончена, закрываются затворы его и вентиль. После чего можно отсоединить подающий контейнер и установить новый. Открывается его клапан и вентиль (затворы закрыты), включается вакуумный агрегат и откачивается атмосфера из полости трубопровода. Закрывается клапан и выключается агрегат вакуумный. Выравнивается давление в камере до уровня равного в подающем контейнере и продолжается процесс сепарации.

Таким образом, установка сепарации гранул «УЗГ-1» обеспечивает оптимальное дальнейшее использование большей части объема произведенного порошка, распределяя его по соответствующему гранулометрическому спектру.

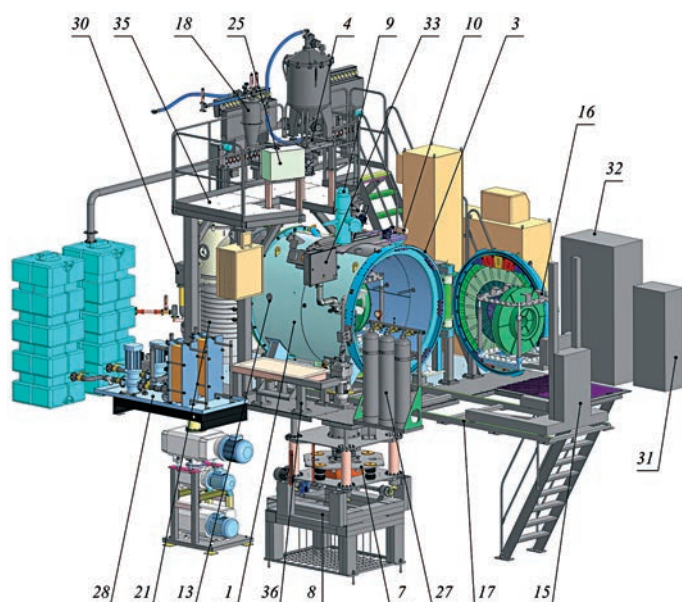
### УСТАНОВКА ДЛЯ ЗАПОЛНЕНИЯ, ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕГАЗАЦИИ И ГЕРМЕТИЗАЦИИ В КАПСУЛАХ ГРАНУЛ «УЗГК-6М»

Установка типа «УЗГК-6М» предназначена для заполнения, термической дегазации и герметизации гранул в широкой номенклатуре капсул с целью подготовки их к последующему горячему газостатическому прессованию для получения изделий ответственного назначения. Конструкция установки «УЗГК-6М» представлена на рисунках.

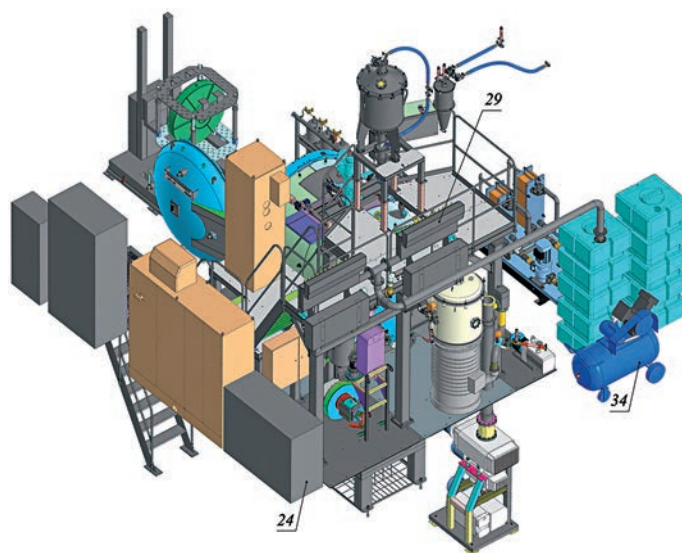


Состав установки «УЗГК-6М»:

- |                                       |                                  |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| 1 камера рабочая;                     | 18 камера форвакуумная;          |
| 2 дверь камеры (крышка);              | 19 подсистема высоковакуумная;   |
| 3 затвор байонетный;                  | 20 клапан угловой вакуумный;     |
| 4 узел стыковки с контейнером;        | 21 насос диффузионный;           |
| 5 устройство подачи гранул;           | 22 ловушка;                      |
| 6 вибростол подъемный;                | 23 клапан предохранительный;     |
| 7 узел вибрации;                      | 24 блок трансформаторов;         |
| 8 рама узла вибрации;                 | 25 система гидравлическая;       |
| 9 сварочный узел;                     | 26 система вакуумная;            |
| 10 механизм перемещения пушки;        | 27 система газовая;              |
| 11 устройство смотровое;              | 28 система водоохлаждения (СВО); |
| 12 светильник;                        | 29 коллектор СВО;                |
| 13 ввод термопарный;                  | 30 система пневматическая;       |
| 14 капсула;                           | 31 шкаф силовой;                 |
| 15 механизм загрузки-выгрузки капсул; | 32 шкаф управления;              |
| 16 устройство для крепления капсулы;  | 33 пульт оператора;              |
| 17 путь рельсовый;                    | 34 компрессор поршневой;         |
|                                       | 35 площадка обслуживания;        |
|                                       | 36 металлоконструкция.           |



Установка заполнения и герметизации капсул «УЗГК-6М» (вид 1)



Установка заполнения и герметизации капсул «УЗГК-6М» (вид 2)

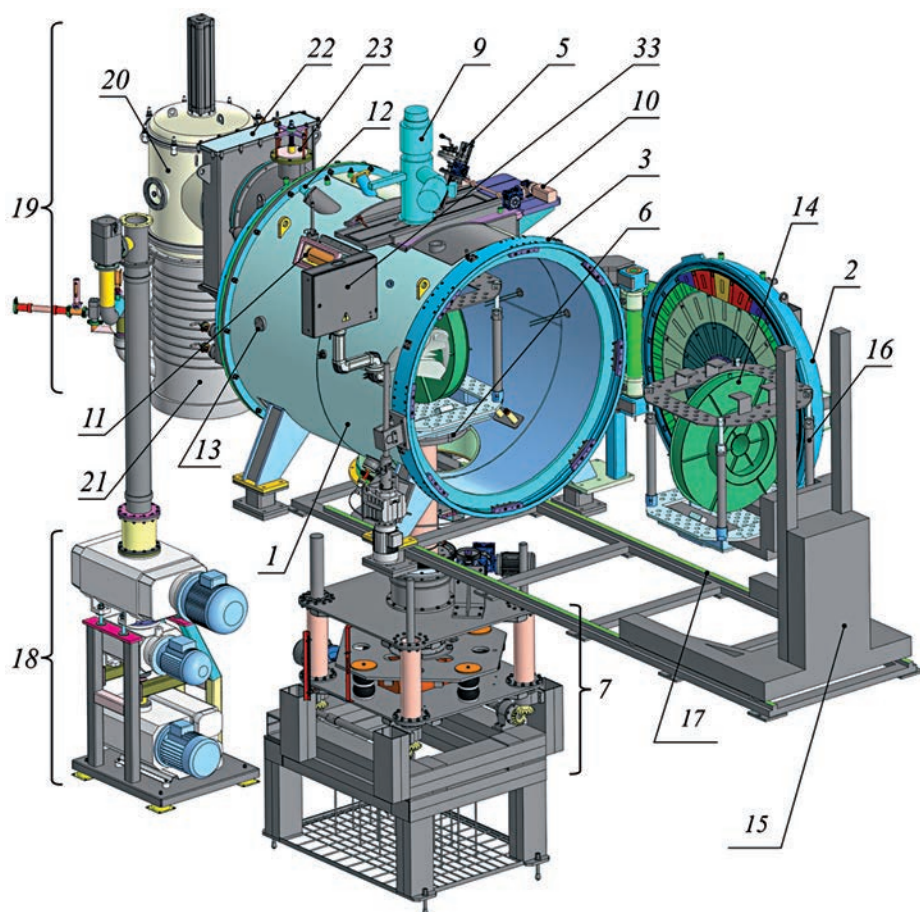
Основным узлом установки «УЗГК-6М» является рабочая камера, предназначенная для размещения в ней заполняемых и завариваемых капсул диаметром до 1200 мм, поддержания высокого вакуума, виброуплотняющей и нагревательной систем, системы наблюдения.

Рабочая камера представляет собой конструкцию цилиндрической формы и предназначена для проведения технологической операции заполнения капсул при заданной температуре и термической дегазации, для размещения в ней сменных завариваемых капсул гранулами и поддержания в ней атмосферы глубокого вакуума, ввода гранулопровода и манипулятора, ввода электронного сварочного луча, виброуплотняющей и нагревательной систем, имеется смотровое окно для наблюдения.

В конструкции камеры предусмотрено применение экранной теплоизоляции. Экранная теплоизоляция выполнена из нержавеющей стали в виде сборных секций, осуществляющих теплоизоляцию капсул во время заполнения их гранулируемым порошком при температуре дегазации 500 °С. Камера имеет рубашку водоохлаждения, изготовленную из нержавеющей стали. В конструкции камеры предусмотрены патрубки для токоподводов, манипулятора и подсветки. Крышки передняя и задняя уплотняются с помощью пневмозажимов.

Камера форвакуумная предназначена для переустановки транспортного контейнера с гранулами во время прове-





Установка заполнения и герметизации капсул «УЗГК-6М» (вид 3)

дения техпроцесса. Узел включает в себя набор гибких трубопроводов, подключенных к вакуумным трубопроводным веткам, ручные порошковые затворы, затвор пневматический, циклон для задержки порошка в сменных фильтрах и контрольно-запорные приборы.

Узел стыковки с контейнером предназначен для герметичной подачи гранул из транспортного контейнера в гранулопровод. В состав узла входит вакуумный затвор, обеспечивающий герметичную стыковку контейнера с гранулопроводом. На установке «УЗГК-6М» использованы транспортные контейнеры 63666.30.00.000 «Гранула-2500».

Механизм загрузки-выгрузки капсул предназначен для загрузки-выгрузки капсулы в рабочую камеру установки. Состоит из тележки и штабелера. Перемещение тележки осуществляется от электромеханического привода. Подъем и опускание груза выполняет штабелер.

В состав сварочного узла входят вакуумная камера; электронно-лучевая

пушка, закрепленная на подвижной каретке сварочного манипулятора; вакуумный затвор, отделяющий камеру сварочного узла от рабочей камеры.

Электронно-лучевой комплекс предназначен для сварки пробки капсулы под вакуумом после заполнения капсулы порошком. Основными его составляющими являются вакуумная камера с электронно-лучевой пушкой.

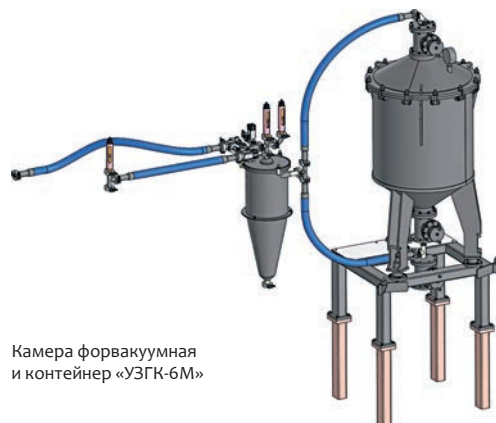
Вибростол подъемный предназна-

чен для передачи вибрации на капсулу. Вибрация передается при контакте устройства крепления капсулы с плитой. Контакт обеспечивается за счет подъема плиты. Плита приводится в движение гидродомкратами.

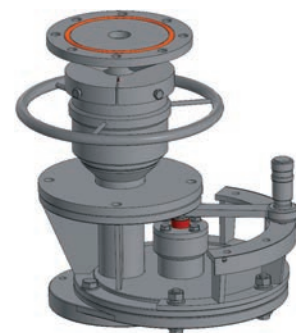
В состав узла входят два стола, один из которых – нижний, подъемно-поворотный, а другой – верхний, может перемещаться в вертикальной плоскости вместе с внутренним штоком, обеспечивая контакт вибромотора с устройством крепления капсул в рабочей камере. Поворот нижнего стола производится приводом механизма поворота через понижающую передачу шестеренчатых колес, причем, нижний и верхний столы за счет пальцев, закрепленных в верхнем столе, поворачиваются совместно; механизм поворота крепится на верхней плите рамы узла вибрации. Нижний стол совместно с верхним столом поднимается за счет привода подъема стола, установленного на раме узла вибрации.

Узел вибрации предназначен для генерации виброколебаний, которые по внутреннему штоку стола подъемного передаются в рабочую камеру на устройство крепления капсул.

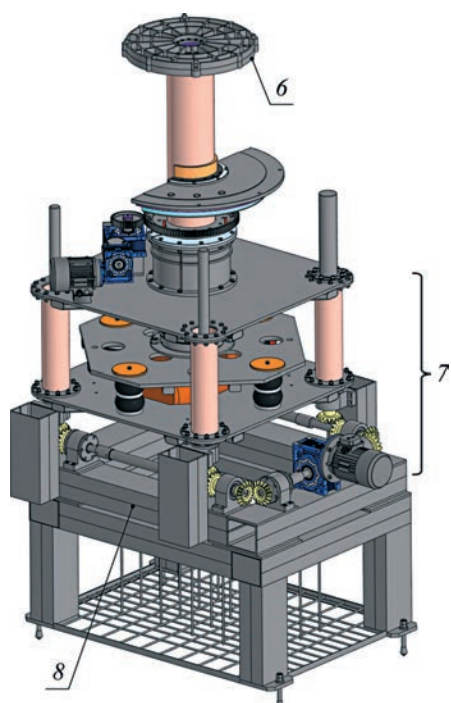
Основным элементом этого узла является вибромотор механический, эксцентрикового типа с регулируемой частотой виброколебаний за счет изменения частоты вращения эксцентрикового вала и регулируемой амплитудой путем изменения величины эксцентриситета. Кроме того, в узел вибрации входят пневмоподушки, подключенные через пропорциональные регуляторы давления и фильтры к пневмокомпрессору; они необходимы для передачи вибрации от вибромотора к



Камера форвакуумная и контейнер «УЗГК-6М»



Узел стыковки с контейнером «УЗГК-6М»



Вибростол подъемный с узлом вибрации и рамой

капсуле через внутренний шток стола-манипулятора, обеспечения или прерывания виброконтакта его с устройством крепления капсул в рабочей камере. Последнее обеспечивается подъемом или опусканием плиты с закрепленным к ней вибромотором за счет работы пневмоподушек.

Рама узла вибрации служит опорной конструкцией вибростола подъемного. Рама выполнена сварной из стандартных стальных профилей. На ней крепится привод подъема стола, состоит из четырех винтов, приводимых в действие электродвигателем через муфты, валы и редуктор. Своей нижней плоскостью рама крепится к закладным элементам фундамента виброрисистемы. После монтажа раму заливают бетоном для создания массивного вибропоглощающего основания.

Узел нагрева обеспечивает создание условий эффективного удаления газов со стенок капсул и из частиц порошка: повышение температуры интенсифицирует

удаление газа с поверхностью посредством вакуумной системы установки.

Система управления (СУ) установки «УЗГК-6» построена на базе программируемого логического контроллера (ПЛК). Оснащение установки мультимикропроцессорной СУ обеспечивает управление, контроль и регистрацию параметров технологического процесса, существенно расширяет технологические и технические возможности оборудования данного класса. При этом решаются задачи автоматизации и информационной поддержки. В протокол ведения технологического процесса с заданной оператором периодичностью записывается:

- ▶ температура на капсуле (на выдержке);
- ▶ остаточное давление в рабочей камере;
- ▶ ускоряющее напряжение и ток электронно-лучевой пушки при заварке капсул;
- ▶ частота колебаний.

**ПРЕДСТАВЛЕННАЯ** комплексная триада оборудования обеспечивает последовательные звенья в единой цепи для производства металлических порошков и гранул.

**УСТАНОВКИ** серии «Гранула» производят высокоплотные металлические порошки методом PREP с предельно возможным показателем сферичности. Плотность распределения вероятности гранулометрического состава производимых порошков подчиняется к закону распределения, близкому к нормальному. Требования к порошку, предназначенному для 3D-печати, характерны, как правило, гораздо более узкими границами закона распределения. Это не значит, что произведенный порошок, не соответствующий заданным требованиям, низкого качества: просто его надо подготовить и обеспечить хранение и доставку адресно для других требований.

**ТАКИМ ОБРАЗОМ**, следующая задача после производства порошка – разбивка плотности распределения вероятности гранулометрического состава на спектр и произвести сепарацию порошка по интервалам заданного спектра. Эту задачу выполняет установка сепарации гранул «УСГ-1».

**ЗАВЕРШАЮЩАЯ** стадия технологической триады обеспечивает упаковку, хранение и доставку производимого порошка, соответствующего заданным требованиям, с гарантированным качеством до самого момента его использования в процессе 3D-печати. Эту задачу выполняет установка для заполнения, термической дегазации и герметизации в капсулах гранул «УЗГК-6М».

**ПАО «ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА»**, производящая комплексную триаду оборудования, обеспечивающую неразрывный цикл производства-качества-логистики гранульно-порошкового сырья для аддитивных технологий, демонстрирует полное соответствие технологическим требованиям современной цифровой индустрии.



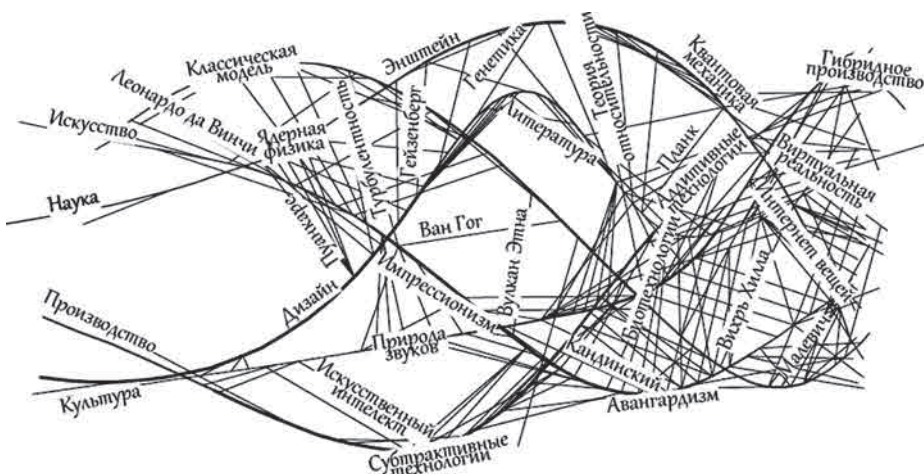
СОКОЛОВ Ю.А., д.т.н., заместитель коммерческого директора  
ПАО «Электромеханика»

# ТЕХНОЛОГИЯ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ КУЛЬТУРЫ

На страницах журнала «Электромеханик» в рамках парадигмы «Индустрия 4.0» мы уже рассматривали отдельные этапы развития технологий, рассказывали о инновационных современных технологиях обработки материалов и создания изделий, а также проводили аналогии этапов технического прогресса и различных течений искусства... В данной публикации автор еще более глубоко анализирует взаимосвязь технологии и культуры, проводя параллели и подтверждая материал примерами

**В** настоящее время происходят глубокие трансформации в самой природе промышленного производства, фундаментом которого являются технологии Четвертой промышленной революции в рамках таких концепций, как Industry 4.0, Smart Manufacturing, Manufacturing Cloud, Society 5.0. Производственные технологии оказывают влияние не только на все области научной и практической деятельности человека, но и предлагают новые инструментальные

возможности для скульптуров и художников, способствуя реализации оригинальных идей в искусстве. Био- и нейротехнологии облегчают доступ к органам человеческого тела, позволяют интегрировать цифровые объекты в организм человека. Виртуальная, дополненная и смешанная реальности революционным образом меняют опыт, понимание и взаимодействие человека с окружающим миром, одновременно открывая возможность побывать в бесконечном



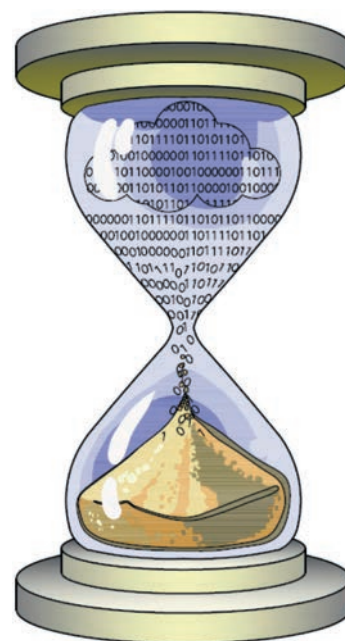
Составляющие культуры XXI века

количестве миров, формы которых ограничиваются только воображением. Внедрение инновационных технологий является мощным стимулом для осмысления мира, обработки данных, координации действий, поиска новых форм выражения в производстве и искусстве. При этом характерно, что между технологическими исследованиями и творческими поисками деятелей искусства прослеживается тесная взаимосвязь.

В статье на основе анализа некоторых технологических процессов показаны различные формы корреляции науки, технологий и искусства. Рассмотрение особенностей физических и технологических процессов сопровождается иллюстрациями произведений искусства – живописи, скульптуры, архитектуры, фотографии, дизайна и др.

## ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

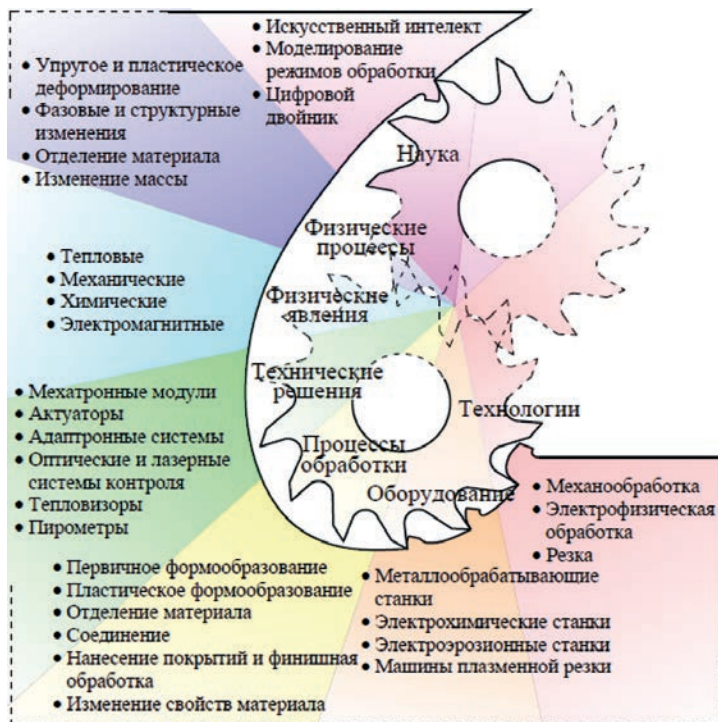
Реализация технологий – совокупности способов и методов преобразования исходного сырья в конечный продукт – осуществляется в рамках производственных систем (ПС), включающих в себя технологическую подготовку, основное и вспомогательное оборудование, технологический процесс, конечный продукт. К характерным чертам ПС относятся: многокритериальность оценок процессов,



Образ цифрового производства







Моделирование субтрактивных технологий

структура материала), физическими явлениями (тепловыми, механическими, химическими, электромагнитными, акустическими и др.).

При исследовании металлообрабатывающего производства выделяют пять групп физических процессов (изменение массы, структурные изменения, фазовые превращения, деформирование), шесть групп процессов формообразования (уменьшение массы, тепловое уменьшение массы, химическое уменьшение массы, сохранение массы), шесть групп процессов обработки (первичное формообразование, пластическое формообразование, отделение материала, нанесение покрытий и финишная обработка, изменение свойств материала).

В процессе резания в обрабатываемом металле значительно увеличивается плотность дислокаций, что приводит к повышению его прочности и твердости, причем твердость деформированного тела пропорциональна среднему напряжению, действующему в процессе деформации. Для модели стружкообразования в виде одной плоскости сдвига определено, что плотность дислокаций в этой плоскости постоянна и равна  $10^{12}$  см<sup>-2</sup> независимо от физико-механических свойств и структуры обрабатываемого металла.

Снятие слоя и образование стружки сопровождается двумя типами разрушения: пластичное – срез, и хрупкое – отрыв. По виду стружки можно определить тип материала: пластичный или хрупкий.

Микеланджело часто использовал в своих работах технику «*non-finito*». Недосказанность помогала скульптуру усилить философскую составляющую работы, сделать зрителя соучастником события. В работе «Скорчившийся мальчик» скульптор попытался вписать фигуру человека в куб. Мальчик, словно сжатая пружина, готов в любое мгновение принять другую форму. Скульптор завораживает исследованием переходов формы, эволюцией душевных состояний, преобразованием объекта.

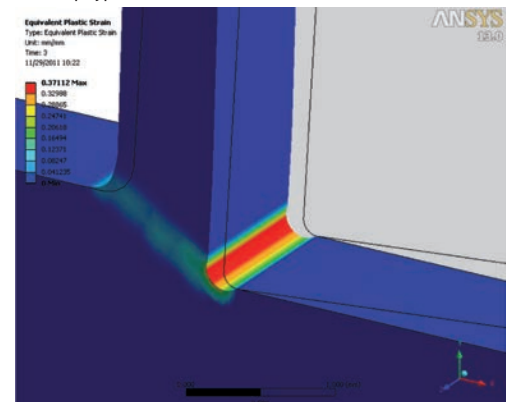
Процесс резания металлов сопровождается пластическим течением обрабатываемого материала, в результате которого происходят формообразование, изменение структуры и свойств детали. Пластическая деформация происходит преимущественно за счет зарождения и скольжения дислокаций в определенных кристаллографических плоскостях. На развитие этих процес-



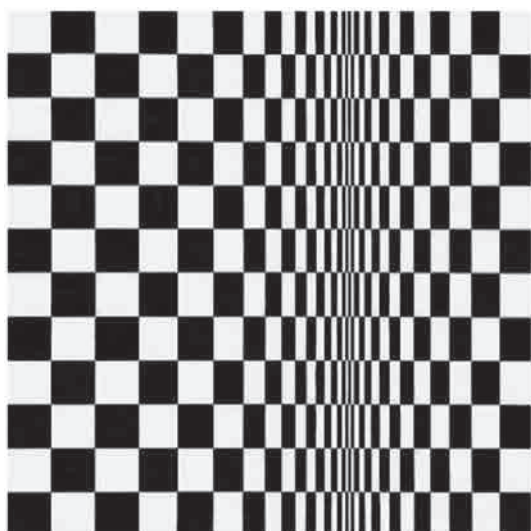
Картина распределения напряжений в зоне резания, полученная методом фотоупругости



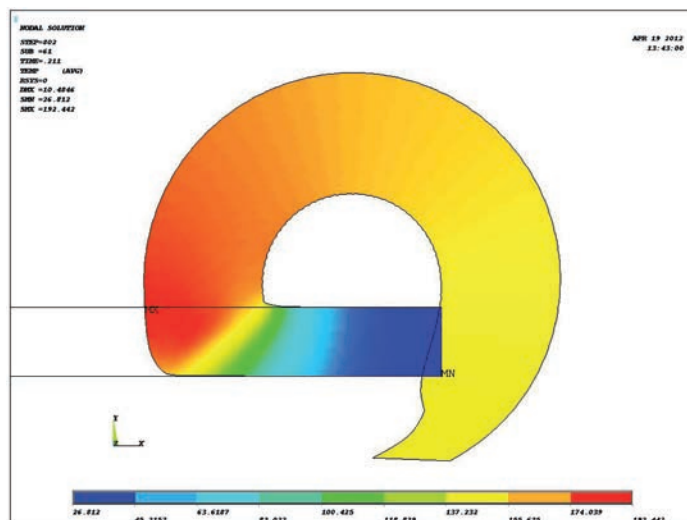
Микеланджело Буонарроти. Скорчившийся мальчик. Скульптура. Местоположение: Государственный эрмитаж, С.-Петербург



Пластическая деформация материала заготовки. Среда моделирования – ANSYS



Бриджет Райли. Движение в квадратах. Стил: Оп-арт



Распределение температуры в стружке (°C). Среда моделирования – ANSYS

сов значительное влияние оказывает тип кристаллической решётки металлов: объёмно-центрированная кубическая (ОЦК), гранецентрированная кубическая (ГЦК); гексагональная плотноупакованная (ГПУ).

Для математического исследования напряжённо-деформированного состояния металла в зоне стружкообразования, как правило, используются многофункциональные пакеты конечно-элементного анализа и решения линейных и нелинейных пространственных задач. Исследование процесса резаания численными методами позволяет учитывать разнородность материалов элементов производственной системы (ПС); наличие нескольких контактных переходов между резцом, заготовкой и стружкой; высокие значения скорости относительной деформации; локализацию деформации в малом объёме пластической зоны; большое количество неизвестных факто-

ров при резании металлов (анизотропия, упрочнение, изменение коэффициента трения); наличие нескольких источников тепла.

При врезании резца в заготовку в зоне, прилегающей к вершине резца, в материале заготовки возникают нормальные и касательные напряжения, по величинам которых определяются пластические деформации материала заготовки в зоне резания.

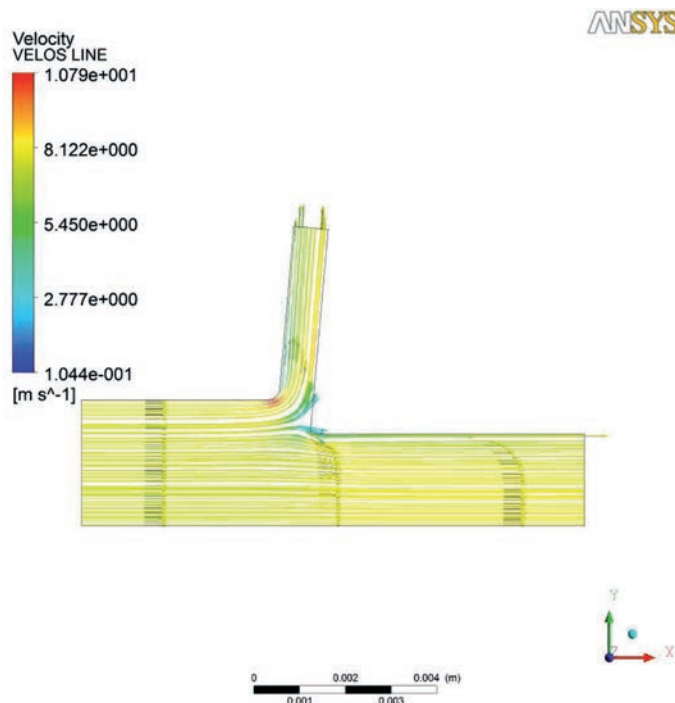
В зоне стружкообразования выделяют три основных источника тепла. Первый источник тепла возникает в результате преобразования механической работы, затраченной на пластическую деформацию и разрушение металла в процессе стружко-

образования; второй источник – вследствие преобразования сил трения на передней поверхности инструмента; третий источник создаётся работой сил трения по задней поверхности инструмента, находящейся в контакте с поверхностью резания.

Анализ распределения температуры по толщине и длине стружки имеет большое прикладное значение при создании устройств и способов управления формой и размерами стружки. Знание закона распределения температуры в стружке за



Василий Кандинский. Импровизация потока. Стил: абстракционизм. 1913 год



Линии скоростей потока в модели. Среда моделирования – ANSYS





Балла Джакомо. Линия движения. Стилль: футуризм. 1913 год.  
Местоположение: Музей современного искусства, Нью-Йорк



У. Боччони. Уникальные формы непрерывности в пространстве. 1913 год. Скульптура, бронза.  
Местоположение: Музей современного искусства, Нью-Йорк

пределами зоны резания позволяет уточнить степень изменения механических свойств металла, таких как коэффициент упрочнения деформируемого материала, предел текучести, предельная деформация до разрушения.

Исследование процесса резания материалов на базе гидродинамической модели построено на предположении, что металл, набегающий на резец, заменяется потоком условной жидкости с большими значениями плотности и динамической вязкости. Теплообмен между жидкостью и твердым телом определяет из совместного решения системы урав-

нений Навье-Стокса и уравнения теплопроводности.

Распределение линий скоростей потока в гидродинамической модели представлено на рисунке. Гидродинамический расчёт выполнен в среде ANSYS CFX, расчёт напряжённно-деформированного состояния – в среде ANSYS Mechanical. В зависимости от постановки задачи применяются различные схемы взаимодействия между решателями.

Динамика изменения форм в процессе механической обработки ассоциируется с картинами художников-футуристов. Термин «футуризм» (лат. futurum – будущее) ввел итальянский поэт и писатель Ф. Маринетти в 1909 году в статье «Манифест футуризма», в которой он сформулировал основные принципы нового направления: доминирование индустриализации, новейших достижений науки и техники, урбанизированной цивилизации (мегаполисы, движение, высокие скорости, энергия и сила). Основными идеологами футуризма были также живописец и скульптор У. Боччони, художники Дж. Балла, Дж. Северини и К. Карра.

В живописи футуристы использовали пересечения, сдвиги, наплывы форм, многократные повторения мотивов, как бы суммируя впечатления, полученные в процессе стремительного движения. Картины футуристов являются плоскими проекциями пространственно-временного континуума. Итальянский теоретик футуризма У. Боччони (1882–1916) писал: «Динамическая форма является характерной чертой четвертого измерения как в живописи, так и в скульптуре. Благодаря уникальной форме, дающей непрерывность в пространстве, мы создали форму, которая является суммой разверток трех известных размерностей. Одухотворение будет определяться математическими значениями и геометрическими размерами». Одной из наиболее известных работ У. Боччони является скульптура «Уникальные формы непрерывности в пространстве», представляющая собой движение

идущего человека. Это пространственная трехмерная проекция стержня, которым является человек в четырехмерном пространстве-времени.

Субтрактивные технологии остаются основными при изготовлении деталей в машиностроении. В настоящее время создано большое число субтрактивных способов обработки. Работа с 3D-моделями, их конвертация в управляющую программу системы ЧПУ значительно увеличили количество типовых и оригинальных циклов обработки.

Тенденции повышения производительности, точности, надежности, гибкости, экономичности рабочего и вспомогательного оборудования, потребность в разработке перестраиваемых и перенастраиваемых производств подразумевают создание нового оборудования для реализации различных физических процессов. Развитие станков с ЧПУ характеризуется переходом к модульному принципу построения конструкций на базе мехатронных модулей и адаптронных (adaptronics) систем, использующих в качестве датчиков «умные» материалы (сплавы с памятью формы, магнитострикционные материалы и электрореологические жидкости). Другими словами, происходит интеграция в саму механическую или мехатронную структуру функций автоматического получения информации о характеристиках движения и форме его осуществления. Для контроля качества изделий применяют оптические, электронные и лазерные системы, для распознавания образов и измерения температурного поля – тепловизоры и пирометры, которые в сочетании с алгоритмами искусственного интеллекта значительно расширяют возможности управления процессом субтрактивной обработки.

## АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Под аддитивным производством (Additive Manufacturing) понимается процесс изготовления деталей, основанный на создании физического объекта материала без формообразующей оснастки по электронной 3D-модели путём добавления, как правило, слой за слоем, в отличие от вычитающего (субтрактивного) производства и традиционного формообразующего

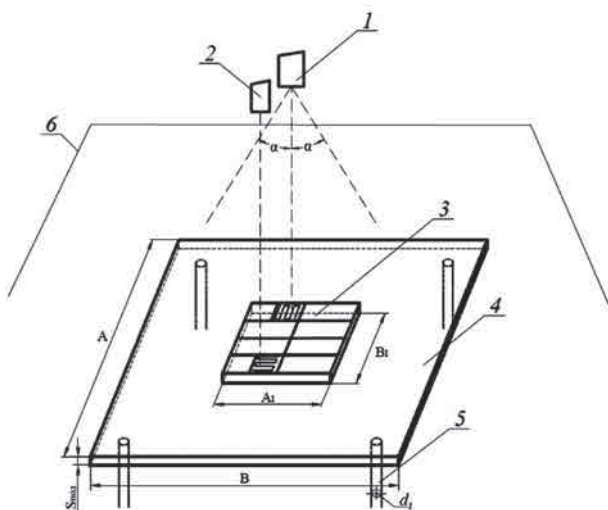


Александр Родченко. Лестница. Фото. 1929 год

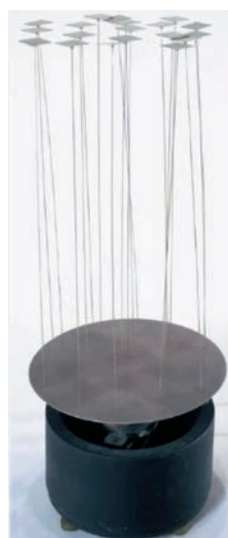


Джакомо Балла. Лучи. Стил: футуризм. 1918 год

ших размеров используется несколько концентрированных потоков энергии (КПЭ). Схема обработки поверхности подложки двумя электронными пушками, каждая из которых выполняет свою задачу (формирование контура и сечения изделия,



Обработка поверхности двумя электронными пушками: 1 – пушка № 1, 2 – пушка № 2, 3 – изделие, 4 – подложка, 5 – опора, 6 – тепловой экран; А и В – размеры подложки,  $S_{под}$  – толщина подложки,  $A_1, B_1$  – размеры активного сечения изделия,  $d_1$  – диаметр опоры подложки)



Вен-Йинг Тцай. Harmonic Sculpture #11. Скульптура, сталь. Стил: кинетическое искусство. 1968 год

одновременная обработка различных областей сечения изделия), показана на рисунке.

К преимуществам многолучевого синтеза относятся: возможность одновременного выбора различных способов сканирования, высокая производительность, равномерность температурного поля и др. Изделия, полученные по аддитивным технологиям, имеют преимущества благодаря мелкозернистой структуре и меньшей степени химической неоднородности за счет более высокой скорости кристаллизации металлических материалов.

Многолучевая обработка поверхности ассоциируется с картинами основателей лучизма М. Ларионова и Н. Гончаровой. Лучизм (rayonism, от франц. rayon – луч) – художественная школа в русском искусстве 1910-х годов, возникшая как своеобразная реакция на новейшие открытия в физике. М. Ларионов и Н. Гончарова полагали, что художник должен изображать не сами предметы (видимые формы), а отраженные от них цветные лучи (внутренняя сущность); передавать на полотне впечатления, возникающие от встречи в пространстве перекрещивающихся световых и энергетических лучей различных предметов. По мнению М. Ларионова, «восприятие не самого предмета, а суммы лучей от него по своему характеру гораздо ближе к символической плоскости картины, чем сам предмет...» Согласно теории лучизма, в действительности человек воспринимает не сам предмет, а сумму лучей, идущих от источника света, отраженных от пред-

производства. В этом определении, говоря языком герменевтики, следует «распредметить» несколько важных понятий, которые являются наиболее характерными для аддитивного производства (АП). Впервые приоритет в технической реализации АП отдан программной компоненте (компьютерное моделирование деталей, послойное деление модели, разбиение площади слоя на ячейки спекания/сплавления, управление контурами регулирования температуры, давления, скорости, перемещения луча/пучка по поверхности и др.).

Основным принципом изготовления изделий в АП является использование слоев как конечных двумерных сечений трехмерной модели, которая имеет полностью замкнутые поверхности. Дру-

гой отличительной чертой АП является неразрывность и целостность всего процесса от проектирования изделия до его изготовления, что позволяет сократить ряд технологических операций. Наряду с принципом «слой за слоем» в аддитивных технологиях допускается использование и иных подходов к формированию изделий.

Традиционно в качестве источника энергии для реализации аддитивных технологий (АТ) используются лазерные лучи и электронные пучки. К другим, менее известным, но обладающим рядом преимуществ, относятся такие источники тепла, как ионные пучки, плазменная и электрическая дуга, аэрозольная струя.

Для увеличения производительности процесса и синтеза изделий боль-





Н. Гончарова. Кошки. Стилль: лучизм. 1913 год

мета и попавших в поле зрения. Форма воспринимается как отражение световых лучей, которые на полотне передаются с помощью цветных линий.

По методу формирования слоя АП классифицируют на селективное (beddeposition) и прямого направленного энергосложения (directdeposition). К наиболее распространенным технологиям синтеза изделий относятся селективное лазерное спекание (Selective Laser Sintering, SLS), селективное лазерное плавление (Selective Laser Melting, SLM), электронно-лучевое плавление (Electron Beam Melting, EBM), которые позволяют получать изделия с криволинейными отверстиями или внутренними пустотами.

Селективный синтез изделий или синтез изделия на подложке – процесс, в котором поверхность предварительно нанесенного слоя порошкового материала выборочно, полностью или частично расплавляется тепловой энергией. В основе технологий селективного синтеза изделия лежат процессы нагрева твердого тела КПЭ, локального расплавления, образования ванны расплава, движения и кристаллизации материала. Каждый слой изделия формируется в результате фазовых переходов «твердое тело – жидкость – твердое тело» в вакууме или в газовой среде.

Техническая реализация технологии селективного синтеза изделий подразумевает наличие некоторой платформы, на которой происходит процесс. Подача порошка и его оплавление разделяются во времени: сначала происходит нанесение и выравнивание слоя, а затем выборочно расплавляется материал. При этом положение строительной плоскости неизменно, а часть исходного сырья остается в слое необработанной.

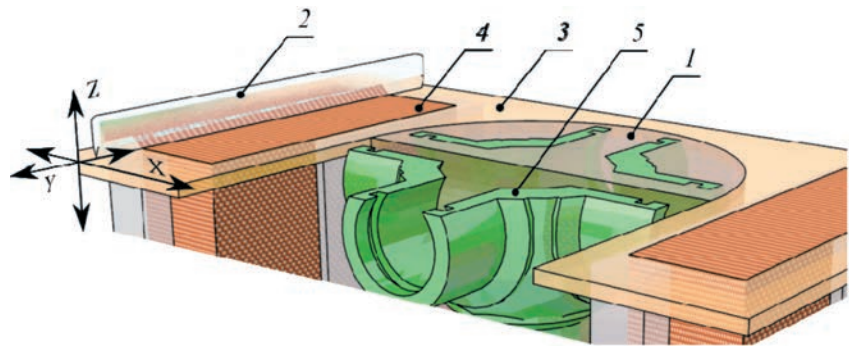
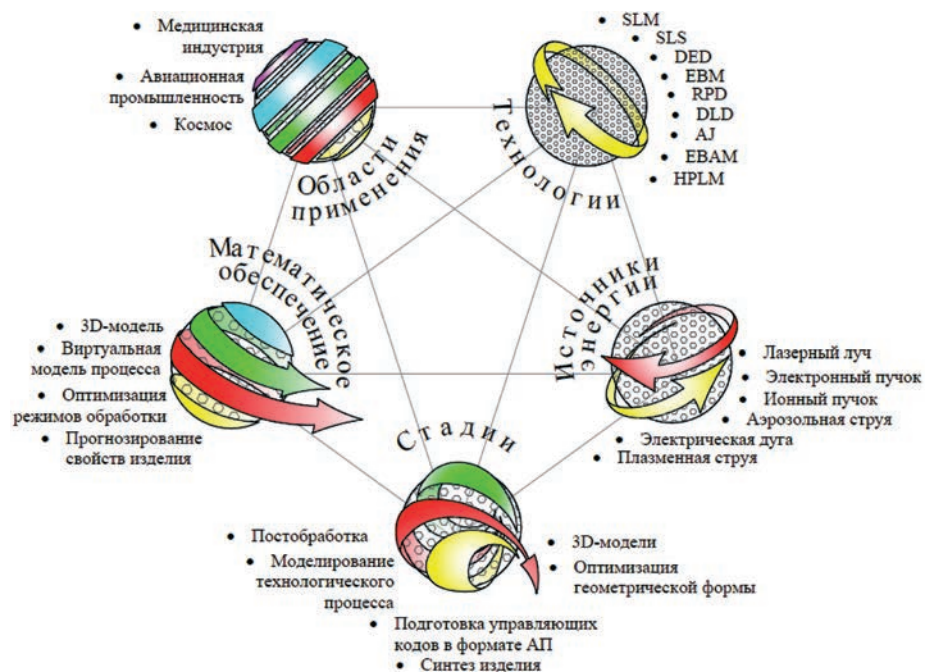


Схема селективного синтеза изделия на подложке:  
1 – плоскость построения; 2 – выравнивающий нож; 3 – стол; 4 – металлический порошок; 5 – изделие

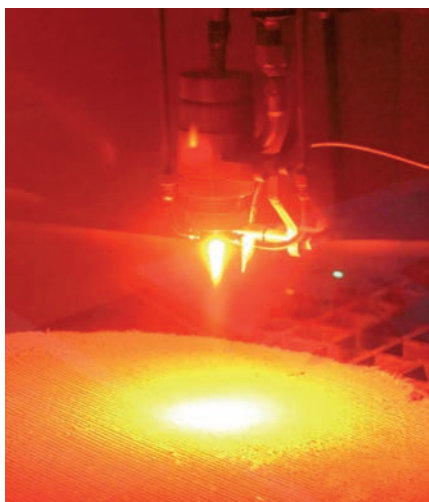


Составляющие аддитивного производства (SLS – селективное лазерное спекание, SLM – селективное лазерное плавление, DED – прямое энергосложение, EBM – электронно-лучевое плавление, DLD – прямое послойное лазерное плавление, RPD – наплавка титановой проволоки плазменной дугой, AJ – холодное аэрозольное осаждение, EBAM – электронно-лучевая наплавка изделий, HPLM – гетерофазная порошковая металлургия)

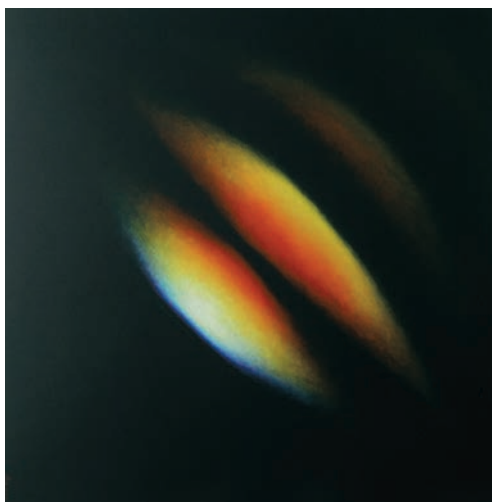
В качестве исходного сырья для селективного синтеза изделий используются порошки, под которыми понимают сыпучие материалы с характерным размером частиц до 1,0 мм. АТ предъявляют особые требования к металлическим порошкам (химический состав, однородность, насыпная плотность, форма и распределение размеров частиц). Общим требованием к порошкам является шаровидная форма частиц. Такие частицы более компактно укладываются в определенный объем, а также обеспечивают текучесть порошковой композиции в системах подачи материала с минимальным сопротивлением.

Технологии прямого энергосложения или прямого подвода энергии

(Directed Energy Deposition, DED) предполагают формирование изделия из порошка, подаваемого сжатой газопорошковой струей. Газопорошковая струя может быть как коаксиальной, так и некоаксиальной сфокусированному лучу/пучку, который обеспечивает нагрев, частичное плавление порошка/проволоки и подогрев преграды. В отличие от селективных технологий, в этом случае не требуется нанесение сплошного слоя порошка на поверхность платформы: энергия и исходное сырьё подаются непосредственно в рабочую область. В качестве КПЭ используются лазерный луч, электронный пучок, плазменная дуга, которые оплавляют локальную область, образуя ванну жидкого расплава. Особенностью технологий пря-



Движения частиц порошка оксида циркония в плазменной струе



Эрик Булатов. Разрез. Стиль: аналитическая живопись

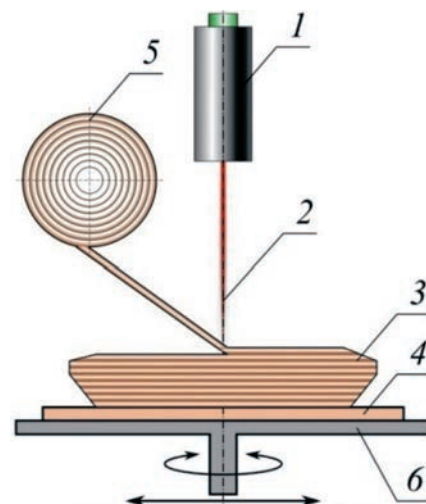


Схема процесса прямого подвода энергии и проволоки (1 – генератор КПЭ, 2 – направленный луч/пучок энергии, 3 – изделие, 4 – подложка, 5 – проволока, 6 – строительный стол)

мого энерговложения является одновременное протекание процессов во многих временных и пространственных масштабах, которые описывают формирование частиц и изменение двухфазного потока в каналах и соплах. Одним из подходов к решению технологических задач является многоуровневый многомасштабный подход, сочетающий в себе модели, описывающие состояние системы на микро-, мезо- и макро-уровнях.

Для технологий прямого энерговложения представляет интерес исследование течения и теплообмена в области взаимодействия сжатой газопорошковой струи с преградой, например, движение частиц оксида циркония в плазменной струе при формировании слоя. Обтекание тела сверхзвуковым двухфазным потоком (газ – твердые частицы) характеризуется наличием нескольких энергетических областей, хаотическим поведением в пространстве и времени основных газодинамических переменных (скорости, давления, температуры).

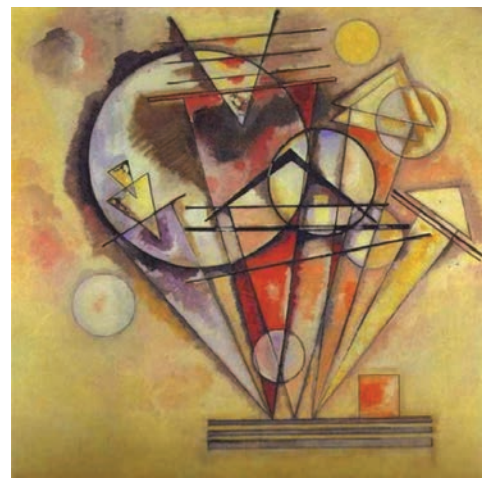
В 1960-1970 годах художник нонконформист Э. Булатов написал ряд картин, на которых присутствуют силовые линии и поля энергий, действующие на плоскости картины независимо от того, нарисовано на ней что-либо или нет. Эти работы, служащие наглядными пособиями аналитических разработок, можно сравнить с рентгеновскими снимками.

Техническая реализация технологии DED с подачей проволоки в качестве

исходного сырья включает генератор КПЭ, механизм подачи исходного сырья, подложку, строительный стол. В общем случае, формирование сложной геометрической формы изделия осуществляется совместным перемещением генератора КПЭ и стола.

Одним из перспективных направлений развития технологий DED является изготовление изделий с градиентными эксплуатационными характеристиками, основанными на физических процессах гетерофазной порошковой металлургии (HPLM). Метод предполагает формирование изделия из порошка, подаваемого сжатой газопорошковой струей непосредственно в зону выращивания. При этом существует возможность непосредственно в ходе процесса выращивания вводить в подающую струю смеси порошков, изменять состав подаваемых порошков, обеспечивая высокоскоростное формирование изделий с градиентными химическим составом, структурой и свойствами. Изменение ориентации дорожек от слоя к слою способствует устранению предпочтительного направления роста зерна, сведению к минимуму остаточных напряжений [Гибсон Я., Розен Д., Стакер Б. Технология аддитивного производства].

Помимо прямого лазерного сплавления порошкового материала DLD (Direct Laser Deposition), существует большое количество различных технологий DED, отличающихся способом



В. Кандинский. На точках. Стиль: абстракционизм. 1928 год

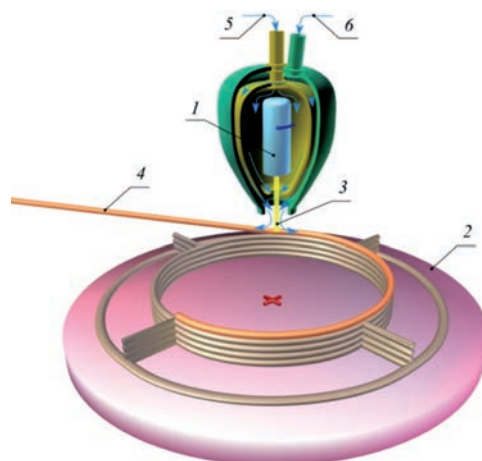
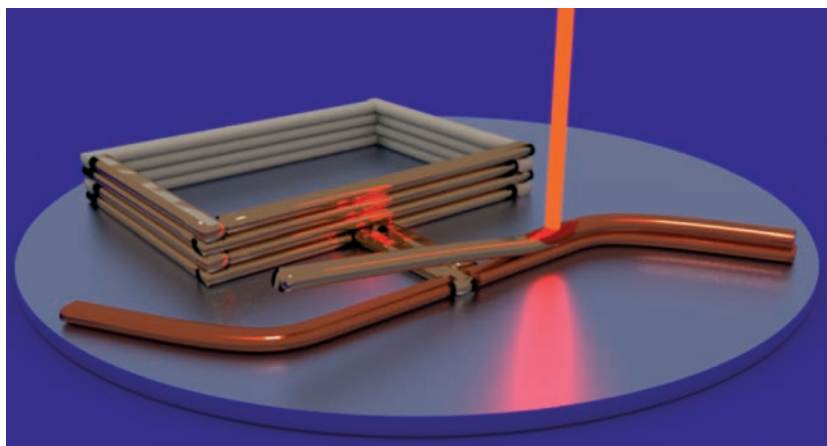


Схема синтеза изделия по технологии RPD (Rapid Plasma Deposition): 1 – электрод плазмотрона, 2 – строительная платформа, 3 – плазменная дуга, 4 – проволока, 5 – патрубок для подачи плазмообразующего газа, 6 – патрубок для подачи защитного газа





Процесс наплавки с помощью электронного пучка

подачи исходного материала и/или источником энергии:

- ▶ RPD (Rapid Plasma Deposition) – наплавка титановой проволоки плазменной дугой;
- ▶ EBAM (Electron Beam Additive Manufacturing) – электронно-лучевая наплавка изделий из проволоки титана, тантала и других химически активных металлов и сплавов;
- ▶ AJ (Aeroso Jet) – холодное аэрозольное осаждение порошков из сверхзвуковой струи в вакууме.

Технология RPD разработана компанией Norsk Titanium (Норвегия). Принцип синтеза изделий по технологии RPD представлен на рисунке. Дорожка или валик формируется расплавлением титановой проволоки плазменной дугой. Процесс осуществляется в защитной среде инертного газа, предотвращающей окисление изделия.

Электродуговые плазмотроны, генерирующие низкотемпературную плазму,

отличаются простотой и высокой надёжностью при эксплуатации. Как правило, конструкция электродугового плазмотрона состоит из вольфрамового электрода, анодного сопла, камеры, изоляторов, завихрителя, узла подачи газа. В порошковой металлургии используются плазмотроны с внешней и внутренней дугой.

Синтез изделий по технологии EBAM, разработанной компанией SciakyInc. (США), осуществляется последовательной наплавкой слоев материала в вакууме с помощью электронного пучка. В качестве исходного сырья используется проволока из титановых и никелевых сплавов, нержавеющей и инструментальных сталей.

Технология EBAM применяется в

качестве альтернативы процессам штамповки, плавки, горячего изостатического прессования при изготовлении крупногабаритных изделий и деталей сложной геометрической формы. Электронно-лучевая наплавка применяется в аэрокосмической отрасли для получения монолитных функционально-градиентных изделий с целью снижения аэро- и гидродинамических потерь, сокращения трудозатрат на монтаж изделия.

В начале 2000-х годов появился ряд публикаций японских авторов, рассматривавших технологию холодного аэрозольного осаждения из сверхзвуковой струи порошков заданного химического состава в вакууме (Aeroso Jet, AJ). Технология аэрозольного осаждения, разработанная компанией OPTOMEC, представляет собой бесконтактное нанесение слоёв струей практически из любых порошковых материалов или их композиций на подложку. Для реализации технологии AJ необходимо наличие генератора аэрозоля, модуля фокусировки аэродинамической струи и перемещения специализированной головки для нанесения аэрозоля.

В технологии AJ генератор обеспечивает подготовку аэрозоля, который в жидком или порошкообразном виде распределяется в несущем газе, в процессе подачи избыток несущего газа удаляется, а уплотнённый аэрозоль с частицами

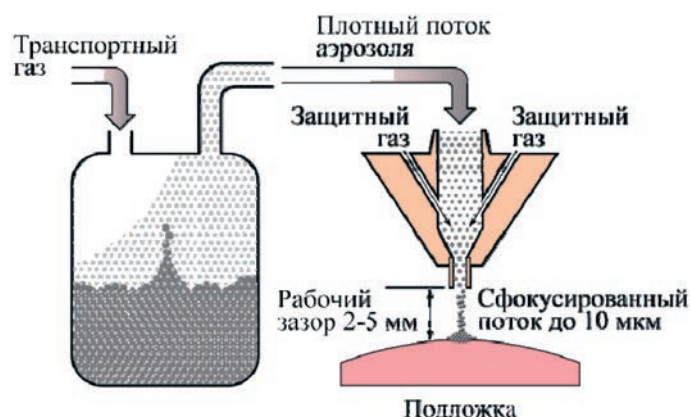


Схема процесса Aeroso Jet

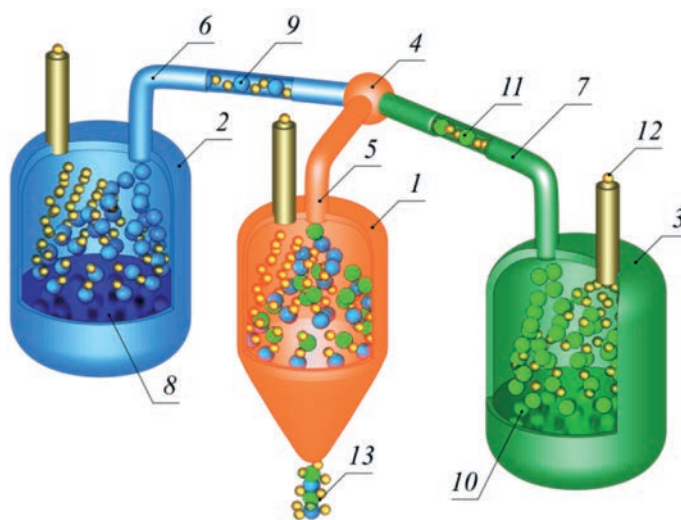
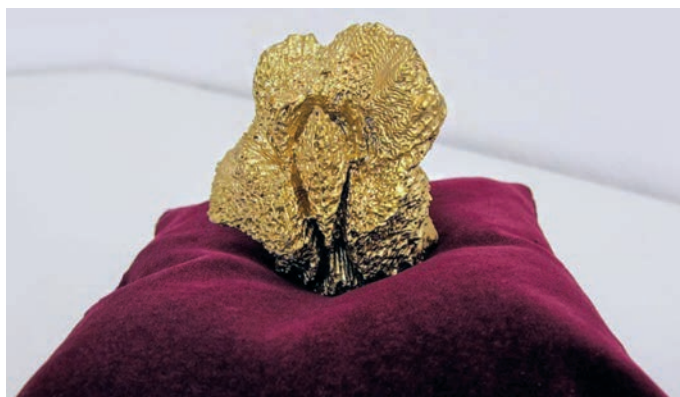


Схема нанесения градиентного слоя (1 – инжекторная головка, 2 – генератор №1, 3 – генератор №2, 4 – смеситель, 5 – трубопровод подачи смеси, 6 и 7 – трубопроводы подачи аэрозолей первого и второго состава, 8 и 10 – частицы первого и второго химического состава, 9 и 11 – аэрозоли первого и второго химического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



Йоан Флореа. Ford Torino 1971 года выпуска. 3D-печать



Фрэн Флэрти. Скульптура из золотистого материала. 3D-печать



М. Хансмайер и Б. Дилленбургер. Комната. 3D-печать

размером 0,01-2 мкм поступает в специальное сопло, где, не контактирует с его стенками, а ускоряется окружающим защитным газом, и наносится на подложку. Дорожка формируется посредством местного прямого нанесения порошкового материала на подложку. Энергия, необходимая для диффузии порошка в подложку, образуется за счёт выделения тепла при ударе ускоренных частиц о рабочую поверхность и адгезионных свойств материала.

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

ных изделий смешивается несколько материалов, используя при этом несколько генераторов.

Область применения технологии AJ оказалась более широкой, чем печать в электронике, для которой она создавалась. На базе AJ были получены тонкие и толстые (доли миллиметра) пленки и покрытия для электронного применения (радиолокационная «невидимость» – оксидные слои с высокой диэлектрической и магнитной проницаемостью, неохлаждаемые болометрические

датчики для ИК-диапазона, ультразвуковые трансдьюсеры и т.д.), твердые электролиты для высокотемпературных топливных элементов, электроды для литиевых аккумуляторов, медицинского применения (композиты с гидроксипапатитом, керамические покрытия для искусственных суставов), тугоплавкие и жаростойкие соединения на основе переходных металлов и кремния. Технология AJ обеспечивает синтез отражающих покрытий, топливных элементов, защитных экранов от электромагнитных излучений, солнечных элементов, компонентов электроники (сенсоров, резисторов, антенн и прочих элементов с размерной точностью до 10 мкм), биологических образцов.

Аддитивные технологии предоставили художникам новые возможности для самовыражения, реализации оригинальных идей в искусстве. В настоящее время многие изделия разрабатываются на

основе идей художников и дизайнеров, а не инженеров. Американский художник Йоан Флореа с помощью 3D-принтера и наноматериалов создаёт объекты крупных форм, размышляя о времени. Ниже представлена одна из его работ – Ford Torino, который художник создал, используя 3D-принтер, наноматериалы и жидкий металл.

Фрэн Флэрти в 3D-печати стремится воспроизвести неустойчивую форму. Художник отсканировал молоко человека, разлитое в блюдце Петри, и распечатал скульптуру из золотистого материала. Ф. Флэрти обозначил неопределенность между абстрактным и фигуративным, истинными и условными ценностями современного мира.

В архитектуре дизайнеры стремятся показать те или иные текстуры, цвета и формы, которые не могут быть точно воспроизведены по внешнему виду проекта. Архитекторы М. Хансмайер и Б. Дилленбургер распечатали на 3D-принтере целую комнату, которую полностью заполнили трехмерными орнаментами. Художники назвали свой стиль «цифровым гротеском».

Развитие АП происходит в тесной связи с цифровыми технологиями, новыми материалами, биотехнологиями. Аддитивные технологии радикально меняют саму природу производства, способствуя распределению производственных мощностей, переходу к децентрализованной структуре управления, повышению эффективности мелкосерийного производства. На основе аддитивных технологий создаются средства решения задач энерго- и ресурсосбережения в различных областях промышленности.

ПРОДОЛЖЕНИЕ В БЛИЖАЙШИХ НОМЕРАХ ЖУРНАЛА



С.А. ГУСЕВ, к.т.н., ведущий инженер-конструктор ПАО «Электромеханика»

# МОДЕЛЬ РЕАКЦИИ КОНСТРУКЦИИ СУШИЛЬНОЙ КАМЕРЫ НА ВАКУУМНУЮ НАГРУЗКУ

ПАО «Электромеханика» выпускает широчайший спектр оборудования для термообработки различных материалов и изделий, в основном, металлов. Следует отметить, что всё это оборудование предназначено для сверхчистых технологий, и главным технологическим модулем в подавляющем большинстве выпускаемых установок является вакуумная камера. Наше предприятие традиционно специализируется на выполнении нестандартных заказов, в связи с чем работоспособность и эффективность вакуумной системы (и главным образом, вакуумной камеры) приобретает ключевое значение, а ее несбалансированность влечет риск больших финансовых потерь... В настоящей публикации обратимся к анализу сушильной камеры, разработанной в рамках научно-исследовательской работы при поддержке Минпромторга РФ, с помощью моделирования рассмотрев нематериальное решение данной задачи

**В**акуумная сушка – это технологический процесс, позволяющий удалить остатки влаги и растворителей из структуры материалов и различной продукции. Сушка называется вакуумной, так как производится при пониженном давлении (вакууме). Процесс проводится при низком температурном режиме. В результате этого не возникает дефектов структуры обрабатываемого сырья. Такой показатель важен в химико-фармацевтической, химической промышленности, например, при работе с взрывоопасными веществами.

В пищевой промышленности вакуумная сушка овощей, фруктов и другой

продовольственной продукции имеет ряд таких преимуществ:

- ▶ обрабатываемые продукты сохраняют первоначальные характеристики: размер, вкус, цвет, запах;
- ▶ вакуумная сушка фруктов позволяет сохранять в них все компоненты: витамины, аминокислоты и прочие ферменты;
- ▶ низкий процент влаги в структуре обработанного сырья;
- ▶ возможность создания новых потребительских характеристик высушенных продуктов;
- ▶ уменьшение массы продукции, что значительно сокращает затраты на

ее транспортировку;

- ▶ увеличение срока хранения материалов.

Также осуществляют высушивание древесного сырья.

Удалить влагу из продуктов можно двумя способами: при положительных или отрицательных температурах высушиваемого продукта. Первый способ называется холодной вакуумной сушкой. В нем процесс удаления влаги и ненужных компонентов из продукции выполняют при температурном режиме от +4 и до +6 градусов. Температура кипения жидкости понижается до +25 градусов. Такая технология позволяет получать продукцию высокого качества.

Сублимационная сушка в вакууме является одним из способов консервирования продуктов. Изделия высушиваются в замороженном виде. Во время процесса в установке создается давление не менее 1 мм ртутного столба. Температура высушиваемой продукции должна составлять не менее –20 или –25 градусов. Такой подход к обработке изделий позволяет сохранить в них белок и другие полезные ферменты.

Для вакуумной сушки пищевых продуктов в условиях полной герметизации вакуумных сушильных шкафов и полного отсутствия воздуха в сушильной камере пищевая промышленность использует специфические свойства вакуума. При этом методе происходит бережная обработка продуктов, содержащих термочувствительные вещества, удаление остатка влаги из продуктов при помощи понижения температуры кипения воды в условиях вакуума, к примеру –46°С при давлении 100 мбар.

Процесс вакуумной сушки сопровождается исключением возможного движения воздуха, т.к. он практически полностью удаляется из сушильной камеры. При этом отсутствие воздуха и, соответственно, кислорода в сушильной камере сказывается на сведении к минимуму процессов окисления в продуктах и развития микроорганизмов в них, что и является основой консервации пищевых продуктов с помощью этого метода.

Управление процессом может быть довольно простым и происходит при помощи пульта управления, на который

поступает информация от датчиков влажности и температуры, это позволяет устанавливать и регулировать требуемые параметры для оптимального процесса сушки. Излишек влаги удаляется системой внешней вытяжки.

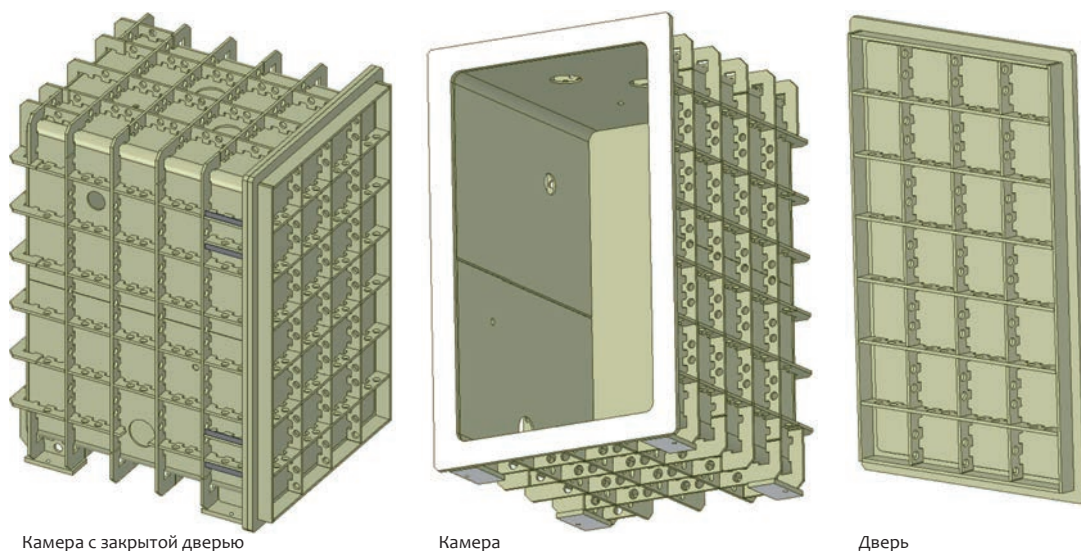
Применение данного оборудования для сушки продуктов позволяет достичь следующих эффектов. Значительно сокращается время сушки, поэтому происходит минимальная потеря ароматов. Продукты

не теряют значительно в объеме, по сравнению с обработкой в ряде других видов сушильных шкафов. Продукты не подвергаются окислению, т.к. данный процесс полностью тормозится в толще продукта. Кроме того, пищевые продукты не подвергаются механическому воздействию и не разрушаются высокими температурами.

Из технических достоинств использования такой установки для сушки можно отметить её низкое энергопотребление, герметичность в условиях полностью закрытой системы, отсутствие загрязнения окружающей среды и возможность контролировать процесс сушки.

В связи со сказанным, **моделирование конструкции и прочностных свойств вакуумной камеры как основного элемента технологии вакуумной сушки представляет собой научный и практический интерес, а также является залогом сокращения затрат, связанных с конструкторскими ошибками таких трудо- и ресурсоемких изделий.**

Объект моделирования – камера сушильная, технология работы которой существенно основана на обеспечении вакуумирования при внешнем давлении 1 атм. Конструкция камеры выполнена из морозоустойчивой стали и обеспечена большим количеством ребер жесткости. Задача – промоделировать методом конечных элементов в среде ANSYS реакцию конструкции камеры накладываемую вакуумную нагрузку. В качестве выходных характеристик, количественно отражающих моделируемую реакцию



рассматривать деформации и механические напряжения, распределенные по элементам конструкции камеры.

Сушильная камера вакуумной установки для сушки представляет собой сварную конструкцию коробчатого типа, образованную сопряжением пяти прямоугольных стенок из листового проката с укреплением стенок снаружи рёбрами жёсткости. Корпус снаружи укрыт рубашкой из тонколистового проката, приваренного к рёбрам жёсткости точечным методом. На рабочей передней стенке корпуса находится проём для закатывания в камеру тележки с навешенными изделиями.

На стенках камеры находятся отверстия под патрубки вакуумной системы, расположения мановакуумметра, температурного датчика и т.п.

Дверь представляет собой сварную конструкцию, принципиально не отличающуюся от корпуса камеры, также состоящую из фланца, внутреннего листа, рёбер жёсткости и рубашки тонколистового металла. Дверь закрывает рабочий проём камеры. Установлена дверь на петлю, приваренную к корпусу. По периметру двери имеется уплотнение, которое при закрывании двери примыкает к стенке проёма. Дверь прижимается к стенке про-

ёма ручными зажимами, закрытое положение двери контролируется бесконтактным конечным выключателем.

Материал, из которого выполнена конструкция камеры и двери: Сталь конструкционная низколегированная для сварных конструкций, марка стали 09Г2С.

Чаще всего прокат из данной марки стали используется для разнообразных строительных конструкций благодаря высокой механической прочности, что позволяет использовать более тонкие элементы, чем при использовании других сталей. Устойчивость свойств в широком температурном диапазоне позволяет применять детали из этой марки в диапазоне температур от  $-70$  до  $+450$  °С. Также легкая свариваемость позволяет изготавливать из листового проката этой марки сложные конструкции для химической, нефтяной, строительной, судостроительной и других отраслей. Применяя закалку и отпуск, изготавливают качественную трубопроводную арматуру. Высокая механическая устойчивость к низким температурам также позволяет с успехом применять трубы из 09Г2С на севере страны. Прочностные параметры и характеристики стали 09Г2С (по ГОСТ 5520-79) приведены в таблице.

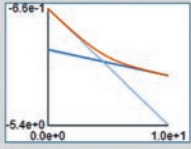
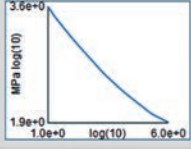
Прочностные параметры и характеристики стали 09Г2С

Удельный вес 09Г2С, г/см <sup>3</sup>	7,85	
Временное сопротивление разрыву $\sigma_B$ , МПа	460	
Предел текучести $\sigma_{0,2}$ (по ГОСТ 5520-79) при разных температурах, МПа	225	250 °С
	195	300 °С
	175	350 °С
	155	400 °С



## Structural Steel

Fatigue Data at zero mean stress comes from 1998 ASME BPV Code, Section 8, Div 2, Table 5-110.1

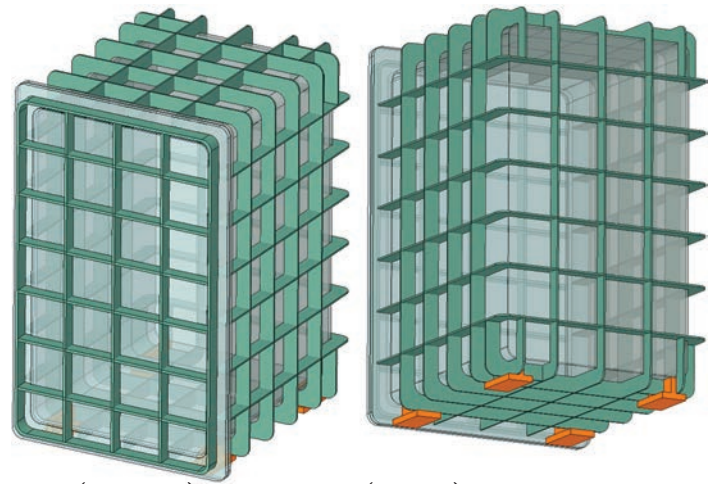
Density	7,85e-06 kg/mm <sup>3</sup>
<b>Structural</b>	
<b>Isotropic Elasticity</b>	
Derive from	Young's Modulus and Poisson's Ratio
Young's Modulus	2e+05 MPa
Poisson's Ratio	0,30000
Bulk Modulus	1,6667e+05 MPa
Shear Modulus	76923 MPa
Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion	1,2e-05 1/°C
Compressive Ultimate Strength	0 MPa
Compressive Yield Strength	250,00 MPa
Strain-Life Parameters	
S-N Curve	
Tensile Ultimate Strength	460,00 MPa
Tensile Yield Strength	250,00 MPa
<b>Thermal</b>	
Isotropic Thermal Conductivity	0,060500 W/mm·°C
Specific Heat Constant Pressure	4,34e+05 ml/kg·°C
<b>Electric</b>	
Isotropic Resistivity	0,00017000 ohm-mm

Параметры библиотечной стали, используемой при моделировании

Параметры стали близко соотносятся с параметрами стали из библиотеки ANSYS, которые представлены на рисунке ниже. Наиболее важными являются параметры: tensile ultimate strength – предел прочности при растяжении (460 МПа); tensile yield strength – предел текучести при растяжении (250 МПа).

Для моделирования реакции су-

струкции, которые упрощают моделирование, снижают требуемые вычислительные ресурсы, но не сказываются принципиально на прочностных характеристиках модели. Основное отличие заключается в заделке отверстий с целью обеспечения замкнутости внутреннего пространства и возможности моделирования вакуумной нагрузки. Также, с целью обеспечения



Камера (вид спереди)

Камера (вид сзади)

шлильной камеры на вакуумную нагрузку используются средства системы ANSYS, модуль StaticStructural.

Геометрическая модель камеры отличается от конструкторской модели отсутствием элементов конс-

структивности внутреннего пространства камеры, дверь в модели связана с камерой неподвижным контактом. Геометрия модели представлена на рисунках.

Параметры построения сетки и полученные результаты приведены на рисунке ниже.

Моделирование условий эксплуатации камеры:

- ▶▶ Температура внешняя +20... +30°C.
- ▶▶ Температура внутренняя -40... +80°C.
- ▶▶ Давление внешнее 1 атм = 0,1013 МПа.
- ▶▶ Давление внутреннее 1×10<sup>-5</sup> МПа.

Модель обеспечена земной гравитацией.

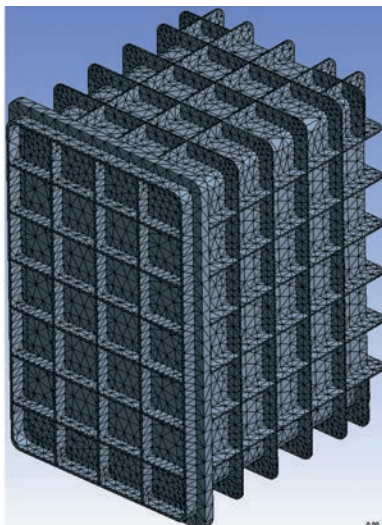
Контакт пластинок камеры с неподвижной опорой моделировался в двух вариантах:

- ▶▶ все пластики имеют неподвижный контакт с неподвижной опорой;
- ▶▶ все пластики имеют скользящий контакт с неподвижной опорой.

Для моделирования реакции камеры на вакуумную нагрузку в соответствии с приведенными выше условиями эксплуатации сформированы условия моделирования, главными из которых являются внешнее и внутреннее давления, области приложения которых представлены на рисунках 9 и 10.

Наряду с давлениями задавалась также общая температура элементов камеры 22°C, - 40°C, 60°C.

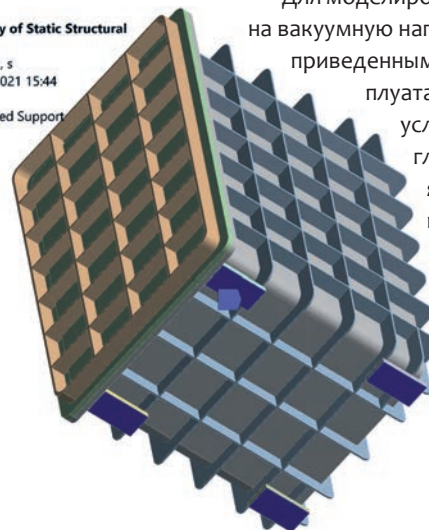
<b>Details of "Mesh"</b>	
Display	Use Geometry Setting
Display Style	Use Geometry Setting
<b>Defaults</b>	
Physics Preference	Mechanical
Element Order	Program Controlled
Element Size	Default
<b>Sizing</b>	
Use Adaptive Sizing	Yes
Resolution	4
Mesh Defeaturing	Yes
Defeature Size	Default
Transition	Fast
Span Angle Center	Coarse
Initial Size Seed	Assembly
Bounding Box Di.	3018,9 mm
Average Surface	48856 mm <sup>2</sup>
Minimum Edge L.	10, mm
<b>Quality</b>	
Check Mesh Quality	Yes, Errors
Error Limits	Aggressive Mechanical
Target Quality	Default (0.050000)
Smoothing	Medium
Mesh Metric	None
<b>Inflation</b>	
<b>Advanced</b>	
<b>Statistics</b>	
Nodes	110243
Elements	55634



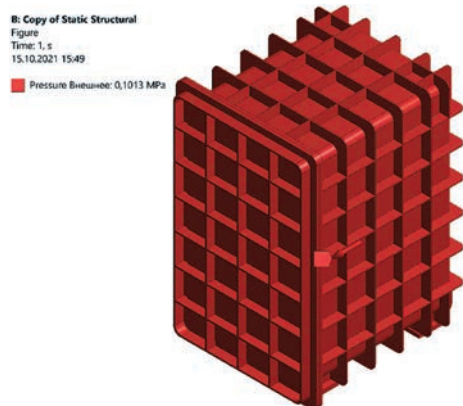
Параметры построения сетки и полученные результаты

B: Copy of Static Structural  
Figure  
Time: 1, s  
15.10.2021 15:44

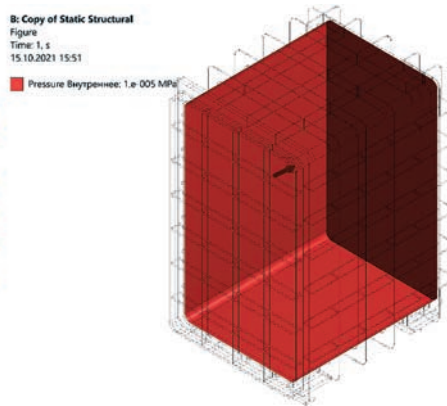
Fixed Support



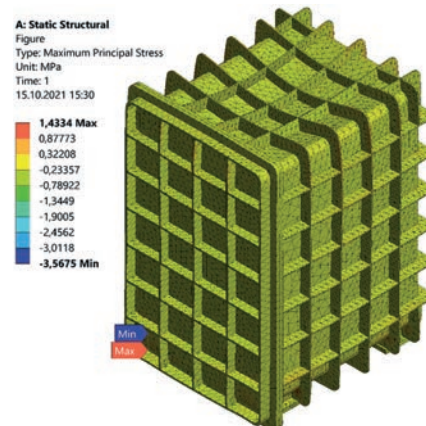
Обеспечение контакта пластинок камеры с неподвижной опорой



Область приложения внешнего давления



Область приложения внутреннего давления



Механические напряжения, распределенные по элементам конструкции камеры (при температуре 22 °С)

В качестве результатов моделирования наибольший интерес представляют деформации и механические напряжения, распределенные по элементам конструкции камеры, а также влияние способа закрепления плиток камеры к неподвижной опоре.

### 1.1 Моделирование при температуре 22°C

Деформации представлены на рисунках 11 и 12 (при температуре 22°C). Диаграммы моделирования сопровождаются радужной шкалой, в которой максимум соответствует красному цвету, а минимум – синему. Геометрия камеры представлена деформированной. Форма деформации гиперболизирована для наглядности. Из диаграмм видно, что наибольшая деформация локализована на верхней части камеры, а значение ее относительно размеров камеры (по фланцу 2160×1380) весьма незначительно  $TD \approx 0,01$  мм.

На рисунке представлены диаграммы деформаций с сопровождающими пробниками, которые наглядно показывают, что стенки и нижняя часть конструкции деформированы еще меньше  $TD \approx 0,001$  мм.

Наряду с деформациями, интерес представляют механические напряжения (при температуре 22°C), которые представлены на рисунке – наглядно видно, что механические напряжения окрашивают модель очень ровно, т.е. конструкция не содержит потенциально опасных концентраторов напряжения и максимум

этих напряжений ограничен значением  $MPS \approx 0,61$  МПа, которое несопоставимо ниже предельных напряжений для выбранной стали 09Г2С 460 и 250 МПа.

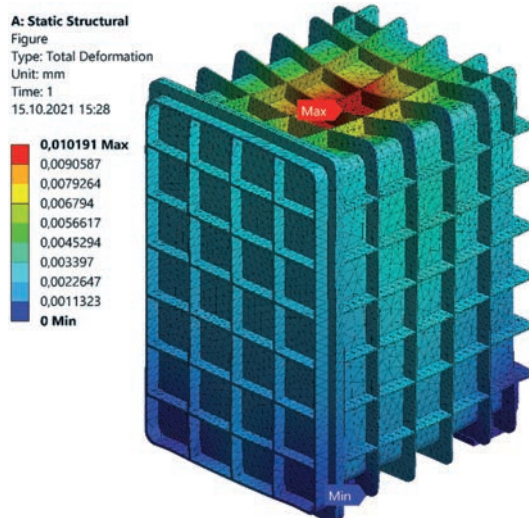
### 1.2 Моделирование при температуре -40°C

При -40°C и полностью закрепленных плитках наибольшие деформации имеют место в верхней части камеры. Деформации в нижней части камеры меньше: сказывается влияние полностью закрепленных плиток.

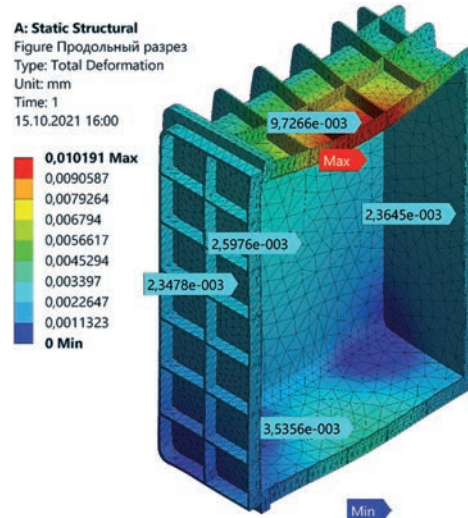
Механические напряжения, распределенные по элементам конструкции камеры (при температуре -40°C), невелики, однако в местах закрепления плиток к неподвижной опоре они многократно превышают допустимое значение. Эта проблема снимается при обеспечении скользящего контакта плиток с неподвижной опорой.

Рассмотрим распределение дефор-

маций по элементам конструкции камеры при скользящем закреплении плиток и температуре -40°C. На модели видно, что из четырех плиток случайным образом выделены два, контакт которых с опорой более прочен, поэтому деформация распределена относительно этих плиток (неподвижная сторона камеры окрашена в синий цвет). Подвижная сторона камеры при воздействии отрицательных температур уплыла по неподвижной опоре. При этом пропорции камеры практически неизменны по отношению к нормальной температуре 22°C. На рисунке представлено распределение механических напряжений по элементам конструкции камеры при скользящем закреплении плиток и температуре -40°C. Модель наглядно показывает, что при скользящем закреплении плиток к неподвижной опоре рас-

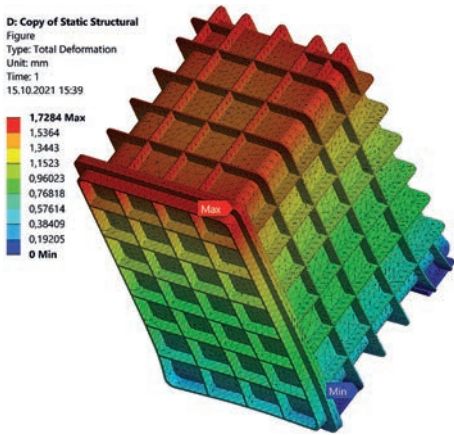


Распределение деформаций по элементам конструкции камеры при температуре 22 °С

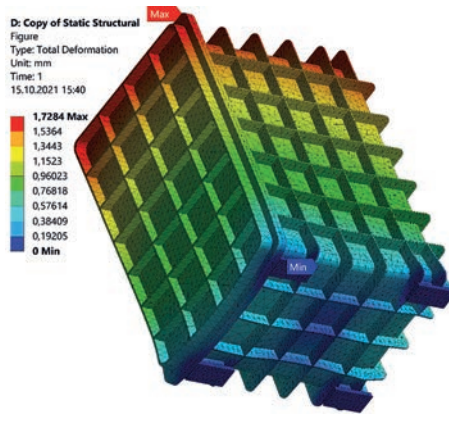


Показания пробников деформаций в элементах конструкции камеры при температуре 22 °С

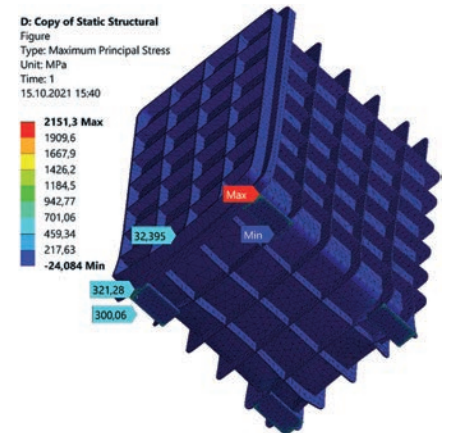




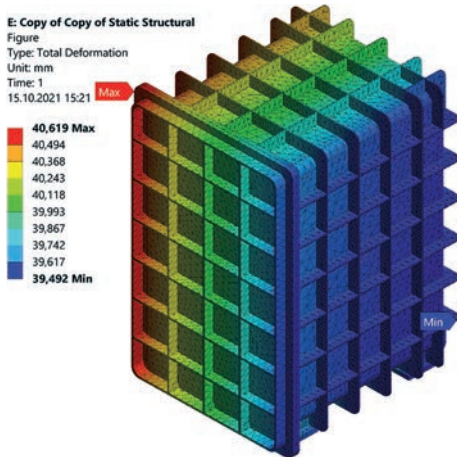
Распределение деформаций по элементам конструкции камеры (верх) при температуре  $-40^{\circ}\text{C}$



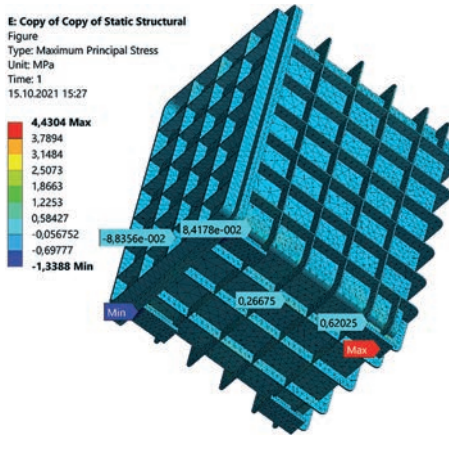
Распределение деформаций по элементам конструкции камеры (низ) при температуре  $-40^{\circ}\text{C}$



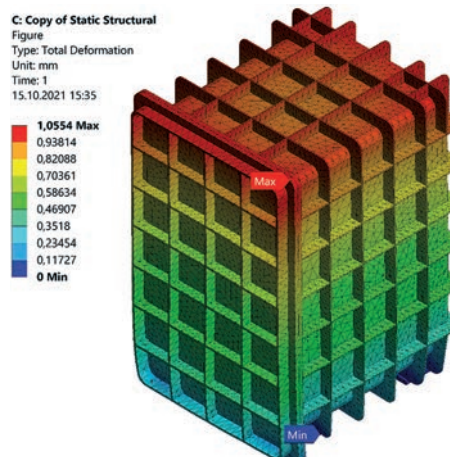
Распределение механических напряжений по элементам конструкции камеры при неподвижном закреплении плиток к опоре и температуре  $-40^{\circ}\text{C}$



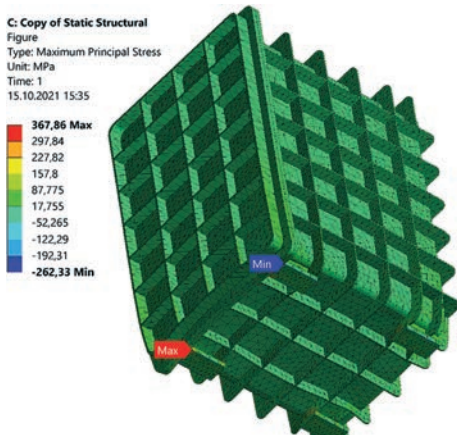
Распределение деформаций по элементам конструкции камеры при скользящем закреплении плиток и температуре  $-40^{\circ}\text{C}$



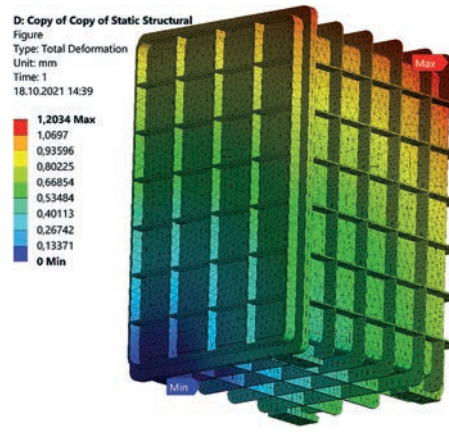
Распределение механических напряжений по элементам конструкции камеры при скользящем закреплении плиток и температуре  $-40^{\circ}\text{C}$



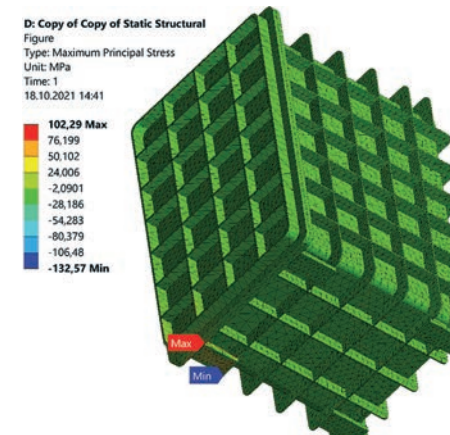
Распределение деформаций по элементам конструкции камеры при неподвижном закреплении плиток и температуре  $60^{\circ}\text{C}$



Распределение механических напряжений по элементам конструкции камеры при неподвижном закреплении плиток и температуре  $60^{\circ}\text{C}$



Распределение деформаций по элементам конструкции камеры с одним закреплённым плитком и тремя скользящими и температуре  $60^{\circ}\text{C}$



Распределение механических напряжений по элементам конструкции камеры с одним закреплённым плитком и тремя скользящими и температуре  $60^{\circ}\text{C}$

пределение механических напряжений по элементам конструкции камеры очень равномерное и имеет пренебрежительно малые значения.

Аналогичную картину можно наблю-

дать при моделировании высокой температуры  $60^{\circ}\text{C}$ . На рисунках показаны модели с неподвижными плитками, модели с одним закреплённым плитком и тремя скользящими. Как видно из рисунков, за-

крепление плиток такого типа (1:3) при одинаковых условиях моделирования позволяет легко снизить деформации и напряжения камеры под воздействием приложенных нагрузок.





## ЧЕЛОВЕК-ЛЕГЕНДА

**В** этом журнале имя Юрия Ладыгина, ведущего инженера-технолога сварочно-сборочного производства ПАО «Электромеханика», звучало не раз. Мы рассказывали о нем как о главном конструкторе десятков проектов храмов и часовен и их куполов, которые в виде своей социальной миссии с 1997 года устанавливает наше предприятие. Узнаваемые виды нашего города и района сегодня выглядят именно так, а не иначе, во многом благодаря «Электромеханике», которая в разные годы бралась за замену, изготовление и монтаж куполов и крыш, ярко сверкающих на солнце и десятилетия спустя. Постепенно такие же купола появились и в соседних Ржеву районах и даже соседних областях, откуда на завод стали обращаться с нестандартными заказами.

Он же, Юрий Алексеевич, – автор проекта пешеходного моста через реку Холынка. Этот мост завод установил в подарок городу к своему 80-летию. И снова,

рассказав о том, как Юрий Ладыгин придумал конструкцию и способ монтажа моста, силовая конструкция которого составляла 11 метров в длину, вес – почти пять тонн, а крутые берега не позволяли использовать здесь кран, мы не сказали почти ничего о самом человеке, который стал почти легендой на родном предприятии. Лишь упомянули о том, что детство Юрия Ладыгина прошло совсем рядом с тем местом, где сегодня стоит красавец-мост.

Старейший работник нашего предприятия родился летом 1937 года в городе на Волге, еще не зная, что через четыре года жизнь здесь полностью изменится. И что в страшной войне будет разрушен и Ржев, и улица с красивым названием Студеница. Юрий Алексеевич перебирает в руках фотографии, на которых его родная улица еще цела. Стоят добротные деревянные дома, позади еще возвышается здание колокольни. И следующую, – на ней высокий берег и место

В свои 84 года Юрий Алексеевич ни дня не был на пенсии. Хотя по стажу, а тем более – по объему сделанного для родного производства, города, для науки и для людей, – заслужил, наверное, тройне.

впадения Холынки в Волгу, как раз то, где сегодня мостик. Конечно, самого мостика на фото нет и в помине. Есть землянки, вырытые прямо в крутом берегу – в них годами жили ржевляне, вернувшиеся в родной город после его освобождения от фашистов и увидевшие руины на месте своих домов. Жили, восстанавливая разрушенный город, работая на предприятиях, растя детей.

– Вот наша землянка, видите? Мы пять лет в ней жили, с 1943 по 1948 год, – показывает Юрий Алексеевич на едва заметный на мелкой черно-белой фотографии вход. – А вот здесь, рядышком, сараюшка стояла. В ней снаряды складывали, которые находили после войны саперы. Вот так, прямо друг на дружку, штабелями...

Оккупированный в октябре 1941-го город семья Ладыгина – его мама с дочерью, сыном и сестрой – покинула не сразу. До этого приходилось соседствовать с немцами. Маленький Юра запомнил немного, разве что то, что на ночь женщинам и детям они позволяли укрыться в подвалах храма под той самой колокольней. На нижний этаж уходили сами, на верхнем располагались мирные жители. Иначе пережить ночные артобстрелы и бомбежки, ежедневно стиравшие город с лица земли, было невозможно. А в декабре семья наконец Ржев покинула.

Приютили их в деревне Збоево. А как только город освободили – вернулись назад. Через несколько лет пришел с фронта отец. Юра закончил с серебряной медалью школу и поступил в институт. Да не куда-нибудь, а в знаменитую Бауманку – кузницу научно-технических кадров мирового масштаба. А окончив ее с красным дипломом, долго по распределению работать не стал и уже через полгода вернулся в родной Ржев.

– Во время учебы в вузе у нас была очень хорошая практика, – поясняет он. –



По линии студенческого научно-технического общества где мы только ни были! Москва, Ереван, Первоуральск, Одесса, Киев, Ярославль, где строился нефтеперерабатывающий завод. Советская промышленность была на подъеме, страна была заинтересована в развитии науки и техники, люди работали с воодушевлением и осознанием того, что делают великое дело.

Ладыгин пришел на наше предприятие в 1962 году. Это же воодушевление победами нашей страны, одной из которых стал полет Юрия Гагарина в космос, царило и здесь. Предприятие, как и еще несколько предприятий нашей страны, даже изготовило экспериментальную площадку для запуска ракет. В серию эта разработка не пошла, но послужила продвижению научно-технической мысли наверняка.

А юный выпускник Бауманки пришел работать мастером на сварочно-сборочное производство. Именно из экспериментальных сварочных мастерских выросло наше предприятие, поэтому данное направление изначально было сильным и технологиями, и кадрами, и в начале 60-х активно принципиально осваивало новые виды сварки. Незадолго до этого в составе завода было образовано опытное конструкторское бюро, специалистов туда готовили приезжавшие из НИАТа коллеги. И Юрий Ладыгин, можно сказать, сразу попал в сильный и прогрессивный коллектив, под начало крепких профессионалов, закаленных фронтом и ударной работой. Одним из них был начальник производства Петр Васильевич Новиков.

На просьбу назвать несколько памятных реализованных проектов того времени Ладыгин отвечает не сразу. Первой называет гигантскую для того времени УВН-4500 для одного из авиазаводов. Воронежское предприятие получило задачу изготовить самолет из титановых сплавов, и установка как раз и предназначалась для отжига узлов и деталей будущего планера. Сложность была в том, что длина камеры УВН была порядка десяти метров, а диаметр – около 4,5.

– Как транспортировать такую машину, тем более в те годы, поначалу было непонятно, – говорит Юрий Алексеевич. – Поэтому эту конструкцию мы сделали со-

ставной из шести частей, а потом, уже в Воронеже, производили сварку на месте. Насколько сложной и ответственной была работа, понятно, с учетом габаритов установки и того, что она должна была производить и выдерживать высокие степени вакуума и температур.

ПМП-4, установка для направленной кристаллизации лопаток авиадвигателей, тоже стала сложным заказом начала 1970-х. Весила установка порядка сорока тонн.

– Я специально поехал в Москву, где ее проектировали. И поначалу ко мне там отнеслись настороженно: мол, почему конструктор не приехал и кто это вообще такой. Я предложил варианты монтажа этой конструкции, которые были признаны удобными, и все получилось: необходимые параметры установка выдерживала с успехом.

Но не только выполнение заказов было на повестке предприятия, но и организация собственного производства и использование технологий с тем, чтобы предприятие справлялось с самыми сложными задачами. Чтобы производить такие крупногабаритные изделия, нужно было иметь соответствующее оборудование. Например, для резки толстых слоев металла и стали. В той же УВН стенки камер достигали в толщину 80 мм. Разрезать такой металл можно только очень сложным оборудованием, а ведь сделать это надо еще и очень точно. Нужны были заготовки из металлов и для нужд других цехов. Тогда в Советском Союзе, в том числе и на нашем предприятии, уже стали внедрять станки с числовым программным управлением.

– Я много ездил по заводам, смотрел оборудование. И в конце концов мы нашли установку для плазменной резки нержавеющей стали, которую разработали в Ленинграде, а произвели в Николаеве. Это оборудование мы и купили, и оно стало единственным подобным в Калининской тогда области. А здесь, на заводе, мы установку модернизировали под свои нужды: электрифицировали, снабдили системой охлаждения, что еще более упростило процесс резки изделий.



К сожалению, за стабильными пока 80-ми пришли 90-е, годы потрясений и переустройств. В ответ на вопрос, не уходил ли Юрий Алексеевич с завода, Ладыгин смотрит недоуменно: зачем? Да, всякое бывало, времена тяжелые были. Но завод продолжал работать. Вот в 90-е стали делать заказы для французской фирмы Нема, потом – для латышской Sidrabe (эти заказы заводчане называли рижскими). И тоже очень габаритные – на предприятии до сих пор вспоминают те сложные грузоперевозки. А потом началась новая страница в трудовой биографии талантливого инженера Юрия Ладыгина, та самая, о которой мы так подробно рассказали в 2015 году. Храмы, церкви, часовни, колокольни и сами колокола, мосты, лестницы, памятники и поклонные кресты, детали будущих городских достопримечательностей – за два с лишним десятилетия проектировать приходилось многое. Сейчас таких заказов стало меньше: большая часть насущных потребностей города уже закрыта. Но «Электромеханика» очень активно участвует в городском благоустройстве ежегодно – мы о таких инициативах в каждом номере нашего журнала пишем регулярно.

А у Юрия Алексеевича Ладыгина в следующем году двойной юбилей. Ему исполнится 85 лет, а его бессменной работе на родном предприятии – 60. У него по-прежнему цепкий взгляд и острый ум. И в реальность этих дат поверить очень сложно. Пока мы беседуем, дверь мастерской, где обитает Ладыгин, то и дело распахивается.

– Алексеич, а здесь-то как делать?

И молодые, и опытные коллеги идут за советом к нему. Потому что опытнее специалиста нет. Уникальный человек. Легенда.

# ВЭЙСТТЭК – ВОЗМОЖНОСТЬ ЛУЧШЕ РЕАЛИЗОВАТЬ НАШЕ НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ

Новая компетенция ПАО «Электромеханика» – разработка с нуля и производство под ключ оборудования и комплексов для сортировки ТКО – появилась около двух лет назад. И это перспективное направление продолжает развиваться и обещает год от года становиться только востребованнее

Утилизация отходов производства и бытовой деятельности на сегодняшний день является одной из самых актуальных проблем человечества. Есть страны, которые это поняли давно и сумели создать целые отрасли по переработке отходов. А есть те, кто только недавно озаботился необходимостью что-то делать с мусором. Причем не закапывать на полигонах, как это происходило десятилетиями, а сортировать, перерабатывать, получая на выходе полезный человечеству продукт.

И в этом ключе задача комплексной сортировки твердых коммунальных отходов выходит на первый план. Ведь именно на этапе сбора и сортировки из всей массы отходов выделяются полезные для переработки фракции. И чем совершеннее процесс сортировки (а значит, выше требования к применяемому для этого оборудованию), тем меньше будет объем отходов, непригодных для дальнейшего использования, и тем больше будет переработано.

Этим направлением занимаются сегодня сразу несколько российских компаний, а зарубежные производители аналогичного оборудования продвинулись в своих компетенциях достаточно далеко. Поэтому задачи обмена опытом, поиска потенциальных заказчиков и парт-

неров, знакомство с тенденциями в отрасли для предприятий данной тематики чрезвычайно важны. Прекрасной возможностью с пользой

погрузиться в тематику является участие в профильных мероприятиях международного и российского масштаба – таких, как ежегодный форум «Чистая страна», проводимый одноименной ассоциацией при поддержке Минприроды РФ в рамках национального проекта «Экология», и ежегодная выставка ВэйстТэк – крупнейшее мероприятие отрасли обращения с отходами, природоохранных технологий и возобновляемой энергетики, которое считается самым масштабным бизнес-событием природоохранного сектора России. Последняя проходила в Москве, в выставочном комплексе Крокус Экспо, с 7 по 9 сентября 2021 года. Все три дня ПАО «Электромеханика» участвовало в выставке со своим стендом, а специалисты КБСО работали на дискуссионных площадках и сессиях, состоявшихся в рамках ВэйстТэк-2021.

В рамках ВэйстТэк состоялись сессии по комплексным системам управления отходами и ключевым изменениям

в отраслевом законодательстве, по перспективам рециклинга в России, обсуждались инновационные технологические решения и цифровизация сферы управления ТКО и промышленными отходами. Участники выставки-форума демонстрировали новаторские идеи, призванные минимизировать ущерб природе и сохранить благоприятную окружающую среду; предлагали решения, способные сделать утилизацию отходов высокотехнологичной отраслью; поднимали важнейшие темы, напрямую связанные с реализацией федеральных проектов национального проекта «Экология».

– Мы стараемся участвовать во всех профильных мероприятиях отрасли, и, несмотря на то, что в связи с эпидемиологической ситуацией сам формат подобных встреч претерпевает значительные изменения, будем стараться сохранить присутствие нашего предприятия на подобных выставках, – отмечает начальник службы инновационной деятельности ПАО





«Электромеханика» Вячеслав Замятин. – И несмотря на то, что количество участников и сам объем ВэйстТэк нынче стал почти вдвое меньше, чем ранее, участие в нем не потеряло своей актуальности и по-прежнему является прекрасной возможностью не только презентовать себя и свои возможности, но и пообщаться с коллегами, встретиться с заинтересованными представителями федеральных министерств – минприроды, минэнерго, ППК РЭО.

ВэйстТэк – кладезь новинок оборудования и инновационных технологий для сбора, переработки, транспортировки отходов. В ней даже нынче участвовало более ста компаний из одиннадцати стран. Это несколько выставочных залов огромной площади, где представлено самое разное оборудование, от трубопроводной арматуры до очистных сооружений, от контейнеров и баков до машин и комплексов для сбора, сортировки и переработки отходов. Участие в выставке позволяет всего за 3 дня оценить качество и ассортимент продукции от сотни компаний, получить спецпредложения о поставках, скидках, пообщаться с партнерами и коллегами.

На сегодняшний день наше предприятие входит в пятерку ведущих производителей оборудования для отрасли обращения с ТКО, и мы движемся вперед. Пакет заказов собран до февраля следующего года, а график по производству распечатан еще на более длительный срок – и это несмотря на то, что минувшим летом не могли не сказаться на работе предприятия и шторм на рынке металла, и коронавирусные события.

Оборудование, которое мы конструируем и производим, просто обязано оставаться востребованным. Ведь руководство страны поставило перед собой и перед субъектами федерации ряд задач, направленных на экологию, и главам регионов вскоре предстоит большая работа по данной тематике. Оборудование для мусоросортировки становится востребованным и в странах бывшего СНГ – там, где еще недавно этой проблемой не были озабочены. А теперь, когда она выходит на первый план, пользуется спросом именно оборудование российских производителей, как более доступный вариант оснащения объектов отрасли.

Наше предприятие может предложить как отдельные единицы оборудования, причем сконструированного и произведенного под конкретного заказчика с его мощностями и привязкой к территории, так и целые линии любого наполнения. Возвращаясь к упомянутой выше выставке ВэйстТэк, представители предприятий и министерств специально приезжали на нее, чтобы встретиться с нами и обсудить вопросы сотрудничества.

Мы же, в свою очередь, благодаря устойчивому спросу на наше оборудова-

ние, в настоящее время нацелены трансформировать деятельность конструкторского бюро специального оборудования с тем, чтобы заниматься не только комплексным инжинирингом, но и серийным выпуском установок и комплексов для мусоросортировки. Планово производить оборудование данной линейки, мы в 2022 году можем полностью перейти на продажу со склада, что позволит более равномерно загружать производственные мощности предприятия и быстрее реализовывать проекты данного направления.





## ОАК ВПЕРВЫЕ ПОКАЗАЛА БПЛА «ОХОТНИК» С ПЛОСКИМ РЕАКТИВНЫМ СОПЛОМ

Объединенная авиастроительная корпорация Госкорпорации «Ростех» впервые показала беспилотник С-70 «Охотник», оснащенный плоским реактивным соплом. Авиационный комплекс имеет сниженную радиолокационную заметность и получит новый наземный пункт управления.

БПЛА создан компанией «Сухой» в рамках опытно-конструкторской работы по программе «Охотник». Выкатка нового образца состоялась на Новосибирском авиационном заводе им. В.П. Чкалова.

В мероприятии принял участие заместитель министра обороны Российской Федерации Алексей Криворучко. Он отметил, что «Охотник» является высокоинтеллектуальной системой и способен решать широкий круг задач одиночно, группой и совместно с самолетами пилотируемой авиации.

– В БПЛА сконцентрированы передовые достижения предприятий и организаций отечественного оборонного промышленного комплекса, позволившие обеспечить функциональные возможности, не уступающие, а по ряду параметров превосходящие немногочисленные (единичные) иностранные аналоги, – рассказал Алексей Криворучко.

Технологии, отработанные на опытных образцах, будут использованы при создании других перспективных авиационных комплексов – как пилотируемых, так и беспилотных.

– Главная особенность нового «Охотника» – плоское сопло двигателя. Благодаря этому снижена радиолокационная заметность машины. Кроме того, для беспилотника создается новый наземный пункт управления, разработанный с учетом требований военных. Эти решения значительно повысят возможности машины, – прокомментировал генеральный директор Госкорпорации Ростех Сергей Чemezov.

Работы по программе «Охотник» ведутся в ОКБ Сухого с 2011 года. Первый полет в рамках программы экспериментальный образец с традиционным реактивным соплом совершил в августе 2019 года. Он продлился 20 минут. В том же году состоялся его первый совместный полет с истребителем пятого поколения Су-57.

– С-70 – это перспективная авиационная платформа с огромным потенциалом для развития на ее базе семейства беспилотных систем будущего. Работы по программе «Охотник» – одно из ключевых направлений для Компании «Сухой» и ОАК. Развитие беспилотного направления полностью отвечает вызовам времени и запросам заказчика. Сегодня мы прикладываем все усилия, чтобы как можно скорее завершить испытания и выйти на серийное производство, – прокомментировал генеральный директор Объединенной авиастроительной корпорации Юрий Слюсарь.

Делегация Минобороны также ознакомилась с состоянием изготовления следующего экземпляра машины, осмотрела сборочное производство самолета Су-34 и провела ряд совещаний по ключевым вопросам выполнения текущих программ.



Начало испытаний ГПА с модернизированным двигателем АЛ-31СТ производства ПАО «ОДК-УМПО»

## НАЧАТЫ ИСПЫТАНИЯ ГПА С МОДЕРНИЗИРОВАННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ АЛ-31СТ ПРОИЗВОДСТВА ОДК-УМПО

15 декабря на компрессорной станции «Поляна» в Благовещенском районе Республики Башкортостан начаты комплексные эксплуатационные испытания газоперекачивающего агрегата с модернизированным двигателем АЛ-31СТ производства ПАО «ОДК-УМПО» (входит в Объединенную двигателестроительную корпорацию «Ростеха»).

Результатом масштабной программы по повышению надежности АЛ-31СТ, реализуемой ОДК-УМПО с 2012 года совместно с ООО «Газпром трансгаз Уфа», стала поставка изделий заказчиком в новом конструктивном виде и с увеличенными ресурсными показателями.

Так, на двигателе АЛ-31СТ установлены модернизированные рабочие лопатки и опора турбины высокого давления, компрессор низкого давления с регулируемым входным направляющим аппаратом. Еще один усовершенствованный АЛ-31СТ в этом году отгружен ОДК-УМПО для КС «Шаран», два – для КС «Юбилейная», четыре – для ключевого проекта ПАО «Газпром» – газопровода «Сила Сибири» и 12 – для объектов строительства Бованенковского нефтегазового месторождения.

Газотурбинный двигатель наземного применения АЛ-31СТ находится в наиболее востребованном мощностном ряду (16 МВт) и предназначен для использования на газоперекачивающих станциях. КПД двигателя составляет 35,5 процента, что дает изделию конкурентные преимущества перед приводами той же мощности с меньшим КПД. В настоящее время на объектах ПАО «Газпром» эксплуатируются 80 двигателей АЛ-31СТ.

В связи с расширением объемов производства промышленных двигателей объединение решает задачу кадрового обеспечения совместных проектов. Так, в первом квартале 2022 года в Производственно-учебном центре Ростеха, расположенном на территории ОДК-УМПО, стартует программа подготовки квалифицированных кадров для технического обслуживания и эксплуатации промышленных двигателей. Ключевая задача, которую планируется решить, – повышение уровня профессиональных компетенций специалистов «Газпрома», работающих на объектах с двигателями производства ОДК-УМПО.



# ВETERАНУ И ПАТРИОТУ – 95

12 декабря 95 лет исполнилось Евгению Михайловичу Шелехову, ветерану Великой отечественной войны, ветерану труда, который всю свою жизнь проработал на предприятии «Электромеханика». Мы не раз рассказывали о нем в наших публикациях, и знаменательная дата – повод упомянуть этого уважаемого человека еще раз



**Е**вгений Шелехов родился здесь, неподалеку от Ржева. С юных лет он знал, что такое тяжелый крестьянский труд, наравне со взрослыми начал работать, едва окончив шестилетку, подростком пережил оккупацию, подвергся пыткам фашистов и чудом выжил. А в 16 лет, в 1943 году, пошел на фронт. Демобилизоваться получилось только в 1951-м, тогда Евгений Шелехов вернулся в полностью разрушенный войной родной город и пришел работать на завод.

«Тридцать лет жизни этого замечательного человека отданы предприятию! И все годы и десятилетия мирной жизни Евгений Шелехов не забывал сам, какой ценой досталась Победа и мирное небо над головой, и неустанно рассказывал об этом молодым, тем, кому посчастливилось не знать тягот, лишений и трагических событий военного времени. Он и сегодня призывает молодых быть настоящими патриотами, любить свою родину и служить ей верой и правдой, как это делало и продолжает делать его поколение. Евгений Михайлович до сих пор в строю. Он – не только неизменный участник всех патриотических акций, митингов, торжественных мероприятий, он принимает активное участие в жизни нашего города, района и области. Евгений Шелехов курировал весь процесс создания и строительства Ржевского мемориала Советскому солдату, был одним из почетных гостей на открытии памятника, где принимали учас-

тие президенты России и Беларуси.

Земной Вам поклон и наша огромная благодарность, Евгений Михайлович, за ваш честный самоотверженный труд, за вашу любовь к родине и верность предприятию «Электромеханика», за ваш активный патриотизм, за пример, который вы всем нам подаете! Позвольте пожелать вам здоровья, мира, внимания близких людей, пусть над всеми нами ярко светит солнце и будет мирное небо, ведь в том, что это так – ваша большая заслуга», – говорится в поздравлении заместителя председателя ЗС Тверской области Виктора Константинова.

Виктор Вениаминович с коллегами в день юбилея приехал и поздравил Евгения Михайловича лично.

Юбилея поздравил и губернатор Тверской области. «Горжусь личным знакомством с Вами, – отметил Игорь Михайлович Руденя, – Вы прошли самыми трудными дорогами Великой Отечественной войны. Сражались в Белоруссии и на Дальнем Востоке, внесли личный вклад в послевоенную борьбу с преступностью. Более тридцати лет добросовестно трудились на ключевом предприятии Ржева. Государственные награды, полученные Вами, – объективное подтверждение важности и значимости Вашего служения Отечеству».

Глава Ржева Роман Крылов, который много лет трудился на предприятии «Электромеханика», конечно, не мог не воздать дань уважения ветерану и в день юбилея также приехал поздравить его. А по завершении встречи рассказал:

– Я очень горд тем, что знаком с Евгением Михайловичем на протяжении многих лет. Годы нисколько не убавляют в нём любви к жизни, уверенности в завтрашнем дне и оптимизма. Мы, я лично, Виктор Вениаминович и Андрей Викторович Константиновы, сотрудники администрации, военнослужащие воинской части, дислоцирующейся в Ржеве, часто заезжаем к Евгению Михайловичу в гости, спрашиваем о здоровье, навестить и, конечно, поздравить со значимыми датами. Помню, как несколько лет назад мы совместно с Евгением Михайловичем во время одного из визитов губернатора Тверской области Игоря Рудени в наш город мечтали о том, что история ржевской битвы и память о героях войны будут увековечены... и вот теперь на ржевской земле возвышается грандиозный мемориал, как признание тех великих потерь и дань уважения к силе и мужеству советских солдат. Одним из солдат, защищавших нашу Родину, был и сам Евгений Михайлович

В 2020 году мы с фронтовой бригадой 9 мая приезжали поздравлять Евге-



хайловича воен-ные песни, махали руками в ответ и поздравляли его с великим Днём Победы, понимая, что именно благодаря вот этому человеку, который с доброй улыбкой смотрит на нас, мы сейчас живём под мирным небом!

Но сколь много сделал Евгений Михайлович в послевоенное время! В 1951 году он пришёл

на этом месте, на высоком берегу, построим новый дом, и я обязательно буду в нём жить. Евгений Михайлович до сих пор живёт именно в этом доме, а из его окна открывается с одной стороны прекрасный вид на Обелиск, а с другой – на все те дома, которые он построил. Евгений Михайлович вспоминает, что время было непростое, перед строителями и заводом ставились важные задачи, в послевоенное время город нужно было отстраивать заново, и речь не только о жилых домах, но и школах, детских садах, учреждениях культуры. Даже в тяжёлые времена все прекрасно понимали, что нужно заботиться о подрастающем поколении, дать им возможность учиться, развивать свои таланты. А самое главное – все старались друг другу помочь, даже совсем незнакомые люди, работающие в министерствах, на заводах, все были увлечены одной целью – сделать свои города, регионы, страну – сильнее! Не было мысли сдаться, не уложиться в сроки, на первом месте всегда были ответственность и чувство долга перед своими коллегами, горожанами, соотечественниками. Нужно было строить дома, поднимать промышленность, учить и воспитывать детей, и отступать было нельзя, как трудно бы ни было. Если есть задача, построить детский сад, то он должен быть построен в срок, и ни днём позже, на первом плане стояли далеко не материальные блага, и, соглашусь, что это было правильно. Все знали свои обязанности и относились ответственно к их выполнению, держали слово как мужчины, и как профессионалы. И это дорогого стоит! У таких людей, как Е. М. Шелехов, можно многому поучиться. Общаясь с ним, во многом иначе начинаешь смотреть на вещи и понимаешь, что те ситуации, которые нам кажутся проблемами, на самом деле не проблемы, а просто задачи, которые нужно решать. Будем честными, сейчас на нашем пути нет тех трудностей, которые были перед людьми в послевоенное время, а вот жалуемся мы порой очень часто. И много требуем от других. Хотя нужно просто любить жизнь, уважать тех, кто живёт с тобой рядом, помнить об ответственности и стараться каждый день делать мир вокруг себя чуточку лучше. Жить так, как жили и живут наши отцы и деды.



ния Михайловича к его дому. Он с нетерпением ждал нас, махал из окна рукой, а выступающие на импровизированной сцене военной машины артисты, стоящие рядом официальные гости, жители близлежащих домов, выбежавшие на улицу, с таким трепетом пели для Евгения Ми-

на работу на завод «Электромеханика». При его непосредственном участии был построен весь микрорайон «7 ветров», многоэтажки на улицах Большевикская, Краностроителей, Игоря Верещагина, Садовая. Он делился воспоминаниями, как однажды шёл с рынка домой и думал: вот



# ПЛЮС ЕЩЕ ОДНА КОТЕЛЬНАЯ



**Б**олее пяти лет в поселке Верхний Бор, что в пригороде Ржева, длилась эпопея с отсутствием отопления и горячей воды. Этот элитный в прошлые годы район, примыкающий к пансионату в сосновом бору на самом берегу Волги, уже много лет слывет выселками. Пансионат, в советские годы – уникальная здравница на Волжском берегу, в условиях рыночной экономики попал в частные руки и был потерян из-за жадности и бесхозяйственности владельцев. Сегодня главное здание представляет собой заброшенную пятиэтажку без дверей и окон, а сама прилегающая инфраструктура здравницы, конечно, тоже давно раз-

рушена. Остались только два многоэтажных дома с жильцами, среди которых большинство пенсионеры, да пара-тройка коттеджей поблизости. А поскольку газа в поселке нет, вопрос организации центрального отопления сильно усложнен.

Угольная котельная, которая действовала еще в бытность пансионата, год от года приходила в негодность и окончательно была разрушена и разграблена еще пять лет назад. Мощности построенной взамен нее пеллетной для полноценного отопления микрорайона не хватало уже изначально, а летом прошлого года собственник, помыкавший с проблемными домами, устал от взятых на себя обя-

занностей и предложил администрации города выкупить котельную (которая к тому моменту успела уже погореть в пожаре). Город предложение не принял, и администрация стала искать иные варианты решения многочисленных проблем.

К нынешнему отопительному сезону положение дел было таким: нещадно дымящая прямо в окна жильцов частная котельная (которую, по их же свидетельству, давно топят не пеллетами, а каким-то сырым хламом), семьдесят квартир, в которых от холода и сырости отваливаются обои и проступает плесень, уставшие и злые жители, разуверившиеся в помощи властей и надзорных органов.

– У нас в квартирах температура выше 14-16 градусов не поднималась. А откуда ей подниматься, если вода уже из котлов поступает температурой 50 градусов, а пока до батарей в квартирах дойдет, остынет до 30-ти! – наперебой говорят пожилые женщины, жительницы многоквартирных домов Верхнего Бора. Перечисляют, когда и кому жаловались, какие комиссии и инспекции здесь побывали, но многочисленные вопросы и ныне там.

Примерно такой же была ситуация в ржевском микрорайоне «Элтра», гораздо более густонаселенном, чем Верхний Бор, и тоже оставшемся без нормального отопления. Тогда инициативная группа руководителей нескольких городских предприятий, среди которых были и руководители ПАО «Электромеханика», раз и навсегда решили проблему, построив модульную газовую котельную на свои средства. Прошло уже пять лет, и жить в микрорайоне стало гораздо комфортнее. Горячая вода и отопление подаются вовремя и с надлежащим качеством, теплотрассы и запорная арматура отремонтированы, а вслед за котельной в микрорайоне стала действовать и альтернативная прежним управляющая компания, которая своим примером показала жильцам, как действительно можно и нужно содержать жилой фонд. На сегодняшний день под управлением этой УК уже более сотни многоквартирных домов, потому что положительный пример заставляет жителей собирать собрания и принимать решения о смене нерадивой УК на более добросовестную.





Поэтому, когда глава Ржева Роман Крылов обратился к руководству завода с просьбой-предложением таким же образом решить и проблему Верхнего Бора, предприятие откликнулось. Благо опыт имеется: собственная котельная «Электромеханики», модульная котельная микрорайона «Элтра», несколько мини-котельных для разного вида топлива в учреждениях образования Ржевского и соседних районов... Просчитать необходимые мощности и ресурсы, составить проект и смонтировать оборудование по уже отработанному алгоритму, – можно браться за дело.

В короткий срок в поселке был расчищен пустырь, выбранный для установки котельной, и построено модульное здание. А выбор оборудования производился с таким расчетом, чтобы впоследствии можно было перевести котлы на газовое



вался вариант установки пиролизных котлов, но предпочтение было отдано твердотопливным, менее требовательным к качеству топлива, которые могут работать на угле и дровах, а также щепе, отходах мебельного производства, порубочных остатках. В котельной установлены два современных, с датчиками температуры и давления, твердотопливных котла мощностью 250 и 500 кВт, а также насосное оборудование зарубежного производства, которое считается одним из самых надежных. Наиболее долговечной и прочной считается шаровая запорная арматура, и поэтому именно она была установлена на всех узлах котельной.

Здесь же смонтирована станция химводоподготовки, где в теплоноситель добавляются специальные реагенты для снижения жесткости воды и ее очищения от вредных примесей – это позволяет скорректировать химический состав воды и создать защитный слой, препятствующий разрушению металлического оборудования.

На каждый из сетевых насосов установлены частотные преобразователи. Специально спроектирована и изготовлена на «Электромеханике» современная щитовая. И внутри, и снаружи установлены светодиодные лампы и светильники.

– Монтируя котельную, мы проложили от нее новую тепло-трассу и параллельно заменили требующую ремонта часть старой, – поясняет Александр Юрьевич. – Всего получилось около 130 метров трубы.

Еще предстоит привести в порядок примыкающую к котельной площадку, обнести ее забором. Здесь будут складироваться дрова для котельной, необходимые для подогрева котлов, пока не будет подведен газ.

Технически готовая к эксплуатации котельная передана муниципальному эксплуатирующему предприятию. И когда вы читаете эти строки, у жителей красивейшего уголка на Волге под названием Верхний Бор в домах и квартирах уже есть настоящее тепло.

топливо. Ведь совсем недавно появились предпосылки к решению давно назревшего вопроса газификации этих перспективных, привлекательных, но очень проблемных земель. Проектировщиками и застройщиками новой котельной Верхнего Бора выступили ПАО «Электромеханика» и ООО «Энергосистема». Директор ООО Александр Трофимов рассказал о том, как устроена котельная.

Первоначально рассматри-





## 38 ЛЕТ В ОДНОМ ЦЕХЕ

В сварочно-сборочном производстве нашего предприятия Сергей Иванов работает почти сорок лет. Пришел сюда вслед за старшим братом, который трудился в цехе № 2, и мамой, она сначала была штукатуром-маляром, а затем кладовщиком. Практически семейная династия. Отучившись в техникуме, отслужив в армии, начал постигать азы профессии у наставника Павла Иванова. А когда показал себя уже не учеником, а специалистом, руководство стало включать Сергея в состав бригад, занимавшихся сборкой и наладкой изготовленного на «Электромеханике» оборудования непосредственно на предприятиях-заказчиках



**П**ервой такой стала командировка в Москву, на завод «Красный Октябрь», для которого наше предприятие сконструировало и изготовило экспериментальную плавильную установку ВНК-20.

– К сожалению, эта установка, которая уже тогда имела элементы автоматизации, не пошла в серийное производство. Но в технологическом плане она была надежной, отвечала требованиям времени, полностью выполняла поставленные задачи и много лет использовалась этим заводом, – говорит Сергей Михайлович.

Первой его зарубежной командировкой стала Италия в 1994 году. Отечественная промышленность в то время переживала не лучшие времена, пытаясь приспособиться к рыночной экономике, и иностранные заказы были для нашего завода большим подспорьем. Предприятие получило техзадание на изготовление двух установок для упрочнения стекла: заказчиком выступала фирма,

выпускавшая стекла для автобусов. Это оборудование было сконструировано, изготовлено, и для его сборки и наладки в Италию отправились ржевские специалисты. В составе группы был и Сергей Иванов, и Виктор Гаврилович – об этом высококлассном специалисте мы тоже рассказывали в одном из номеров нашего журнала.

– Жили и работали мы в небольшом городке, вроде соседнего Ржеву Зубцова, – вспоминает Иванов. – Конечно, нам, выходцам из Советского Союза, за рубежом до этого не ездившим, многое было в диковину – и уклад жизни, и особенно организация производства, и технологии, шагнувшие далеко вперед по сравнению с нашими. Даже инструмент удивлял.

Почти в то же время ржевское предприятие наладило производственные и научные контакты с Китаем. И зарубежные командировки начались туда. Одна из них длилась три месяца: контракт с авиационным предприятием в Шеньяне был крупным, и в работе, помимо

ржевских, участвовали специалисты из Комсомольска-на-Амуре.

– А в российских городах, где расположены предприятия, с которыми ПАО «Электромеханика» сотрудничает, я побывал во всех, – говорит Сергей Михайлович. – Омск, Пермь, Уфа, Рыбинск, Новосибирск, Москва, конечно... Полгода довелось работать в Комсомольске-на-Амуре в 2006 году, там тогда мы собирали две установки для отжига листа металла, предназначенного для изготовления фюзеляжа самолета (в рамках реализации программы «Суперджет-100»). Крупные города, большие предприятия – интересно работать. Количество работающих на некоторых из них, градообразующих, достигало 30-40 тысяч человек. Даже сейчас эти заводы остаются гигантами, хотя штат сократился вдвое. Порой приходилось ездить по несколько раз в году, хотя был и невыездной по семейным обстоятельствам период длиной шесть лет. В нынешнем году возобновил: командировка в Уфу, для проведения



шеф-монтажных работ новой вакуумной плавильной установки УВП-400.

Почти все крупные установки, выпускаемые «Электромеханикой», прошли через руки слесаря механосборочных работ сварочно-сборочного производства Сергея Иванова. Принципы работы, технические характеристики и конструктивные особенности установок Сергей Михайлович по опыту знает на отлично. А надо сказать, что в вакуумных установках к надежности и качеству изготовления предъявляются очень высокие требования, и пропорционально этому велика ответственность каждого занятого в процессе работника производства. Секреты и тонкости своего мастерства Иванов, как и его коллеги, готов передавать молодежи. Профессии слесаря механосборочных работ он обучил уже четверых. Но, к сожалению, никто из них в профессии надолго не остался.

На вопрос, не хотелось ли и ему самому попробовать в жизни чего-то другого, Иванов пожимает плечами и смотрит недоуменно. От добра добра не ищут. Предприятие, которому отдано 38 лет, стало родным, коллектив всегда был хорошим, дружным, почти семейным, коллеги – друзья и единомышленники. Всегда помогут, подскажут, сами обратятся за советом и помощью. Не одну установку вместе сдавали с Виктором Гавриловичем, Александром Веселовым, Николаем Марусиным, наладчиком Тимофеем Дьяковым. Работы впереди много: предстоит работать над несколькими плавильными и электронно-лучевыми установками различных модификаций.

Сергей Иванов – один из заводчан, преуспевших в своей профессии. Он имеет множество наград – как от предприятия, где он носит звание ветерана труда, так и от руководства города и профильного областного министерства. И, конечно, заслуженное уважение от коллег и руководства.

А недавно, в канун профессионального праздника – Дня машиностроителя РФ, – губернатор Тверской области Игорь Руденя вручал Почетные грамоты и благодарности работникам отрасли. В числе награжденных – слесарь ССП Сергей Иванов.



# СО СПОРТОМ И РАБОТА СПОРИТСЯ!

Традиции проводить спортивные соревнования на предприятиях, создавать спортивные команды по различным видам спорта, насчитывают не одну сотню лет. Еще в средние века промеж дела артельщики выходили померяться силой и ловкостью, именно тогда и была заложена основа корпоративного спорта. На старинных фотографиях можно видеть, как сотрудники предприятий гоняют мяч на лужайке. И сегодня своя команда, а чаще – несколько, по разным видам спорта, есть у каждого предприятия.



**Ф**изкультурное движение на «Электромеханике» начало развиваться с первых дней образования предприятия. Заводской коллектив играл в городки, футбол, участвовал в легкоатлетических соревнованиях, были даже штангисты. В книге, выпущенной к юбилею завода, упоминается, что физкультурники завода прошли по главной площади города в составе первомайской демонстрации уже в 1951 году. Сначала заводчане занимались на самодельных площадках, потом, после введения в строй стадионов «Торпедо» и «Локомотив» – там, а вскоре у предприятия появились свои Дворец культуры, стадион «Горизонт» и плавательный бассейн «Дельфин». И возможностей для спорта стало еще больше. Спартакиады, в которых учас-

твовали все цеха и подразделения, проводились на этих новых объектах. И именно с завода «выросли» и продолжили путь многие прославленные спортсмены города Ржева. Школа олимпийского резерва по самбо, которая со временем стала эталонной и воспитала десятки спортсменов мирового уровня, была впервые организована на «Электромеханике», и первые соревнования по самбо проходили в спортивных помещениях завода.

Сегодня спортивная жизнь на заводе продолжается. Регулярно проводятся турниры по шашкам и шахматам, по настольному теннису и волейболу. На каждый год разрабатывается и реализуется план спортивных мероприятий, приуроченных к государственным и профессиональным праздникам и знаменательным







датам. К традиционным состязаниям по шашкам, шахматам, настольному теннису и мини-футболу с волейболом добавлены силовые соревнования и боулинг. И спортивного азарта и командного духа на таких праздниках спорта хоть отбавляй. Например, у заводчан есть очень слаженная команда по мини-футболу, укомплектованная из сотрудников ремонтно-строительной группы. И в сле-

дующем сезоне она обязательно будет играть и выигрывать.

Не уступают им в мастерстве и заводские волейболисты. Так, 3 ноября они сошлись друг против друга в играх между подразделениями. Впрочем, выражение «друг против друга» в данном конкретном случае употребить не совсем уместно. Получилось так, что людей для укомплектования трех команд в

этот день оказалось недостаточно – но не отменять же спортивный праздник! И игроки «кочевали» от игры к игре из команды в команду, причем от этого состязания не стали ни менее зрелищными, ни менее азартными. Финальная игра, где сильнейшие бились за последнее очко, и вовсе длилась почти полчаса, и вот где развернулись настоящие баталии и кипели настоящие спортивные страсти! В завершении матча все участники и победители, как обычно, получили грамоты и награды от руководства предприятия – оно всегда поощряет заводской спорт.

В одном из корпусов завода есть тренажерный зал, куда сотрудники могут прийти после смены. А возвращенный в собственность предприятия физкультурно-оздоровительный комплекс «Дельфин» дает возможность заниматься игровыми видами спорта, плаванием, пауэрлифтингом и просто поддерживать себя в хорошей форме благодаря тому, что абонемент в ФОК сотрудники завода приобретают по специальной, льготной цене, или получают в качестве премирования за свои спортивные результаты.

И, конечно, команда ПАО «Электромеханика» – постоянный участник общегородских соревнований по разным видам спорта.

В сентябре в Ржеве состоялась очередная, девятая по счету спартакиада работающей молодежи. Она проходила под открытым небом, в загородном детском лагере «Зарница», и погода в этот день была хорошей только для того, чтобы в полную силу развевались на ветру флаги команд-участниц. Для самих же спортсменов и организаторов студеный ветер стал еще одним испытанием на прочность. Впрочем, спортивный азарт и движение быстро разогревали кровь, а





горячий чай с пирожками и гречневая каша из полевой кухни придавали тепла и сил и участникам, и судьям.

В 10 утра на плацу выстроились десять команд, и три из них участвовали в подобных соревнованиях впервые. Подобные соревнования, и это радует, становятся популярными, и Ржев – единственный город региона, проводящий их, поэтому можно только радоваться тому, что число участников постоянно растет.

Участие в спартакиадах – подтверждение активной жизненной позиции членов команд, которые в повседневной жизни создают настоящее и будущее нашего города своим трудом на родных предприятиях, – так сказал глава Ржева, а в недавнем прошлом зам генерального директора «Электромеханики» Роман Крылов.

В каждой команде, по условиям спартакиады, десять участников (по пять мужчин и женщин), то есть общее количество спортсменов – сто!

Первым испытанием стала эстафета, в которой участвовали по трое мужчин и женщин от каждой команды. На поле за корпусами лагеря им предстояло как можно быстрее пробежать до отметки, обогнув ее, вернуться обратно и передать эстафету следующему члену команды. И когда свисток судьи возвестил о начале состязания и участники ринулись вперед, на поле появился еще один игрок. Задорный молодой пес Жульен, до этого наблюдавший за скоплением людей в «Зарнице», решил принять в забеге самое непосредственное участие. Он носился между бегущими людьми, стараясь догнать каждого, и искренне не понимал, почему в этой веселой игре на него не обращают внимания. А командам правда было не до него – одни старались успеть быстрее противников, другие до хрипоты в голосе болели за них. В итоге, лучше всех справилась с заданием команда войсковой части. А после завершения эстафеты участники команд, подкрепившись горячим чаем, разошлись по разным площадкам для других состязаний согласно жеребьевке.

Достойные результаты заводчане показали практически во всех дисциплинах. В настольном теннисе среди







женщин второе место заняла Наталья Гайдукевич, «бронзу» армрестлинге завоевал Артем Якушенко. Команды вели баскетбольный мяч «змейкой» и попадали в кольцо, соревнуясь в ловкости и скорости. Играли в волейбол, выходя друг против друга и набирая вожаделенные баллы.

В спортивном азарте и соревновательных страстях день пролетел почти незаметно. Канат перетягивали уже в последний час перед награждением, назначенным на 16 часов. И несмотря на усталость, команды выкладывались по полной, не желая уступать друг другу ни сантиметра каната. Лидерство переходило то к одной, то к другой команде, судья метался то вправо, то влево, у аутсайдеров вдруг откуда ни возьмись открывалось второе дыхание, и порой спортсмены в борьбе за канат буквально зарывались по колено в песок – так, что за ними потом приходилось разравнивать площадку граблями.

По завершении состязания усталые, но очень довольные команды потянулись на плац, где уже ждали их грамоты, кубки и глава Ржева Роман Крылов, который по традиции лично проводил награждение.

Первое место буквально «отвоевала» у многократного лидера, авиаремонтного завода, и у других участников, команда войсковой части. Ребята под флагом ЦСКА стали первыми на девятой спартакиаде работающей молодежи города Ржева. А о том, насколько близко к победе были их соперники, можно судить по минимальному (в один балл!) разрыву в очках между победителями, а также командой «РЖД» и администрации города, которые заслуженно получили второе и третье места. Четвертое место, опять-таки с минимальным отрывом, заняла «Электромеханика», а «514 АРЗ», с разницей в два очка – на пятом.

Следующая спартакиада обещает стать юбилейной. Есть уверенность, что количество участников снова будет не меньше ста, а к командам добавятся другие, ведь сильных, активных и спортивных предприятий и организаций в нашем городе предостаточно. И наше предприятие обязательно будет среди активных участников и победителей.



Д.В. ПАНФИЛОВ, совещательный партнер  
Адвокатского бюро «Человек и Закон»,  
руководитель практики по уголовным делам

## КОГДА В УЧАСТНИКАХ СОГЛАСЬЯ НЕТ,

## или Отдельные вопросы разрешения корпоративного спора между акционерами (участниками) компании

В ряде предыдущих публикаций в журнале «Электромеханик» под рубрикой «Человек и закон» мы подробно рассматривали, если можно так выразиться, «внешний контур угроз бизнесу», условно очерчивая круг субъектов (начиная от налоговой инспекции и ее пристального внимания к уплате налоговых платежей и предъявления претензий в случае непрявления должной осмотрительности в выборе бизнес-партнеров, неустойчивости финансовых структур или их «активность» в сфере противодействия экстремизму и терроризму, и заканчивая взаимоотношениями с контрагентами, когда с их стороны может внезапно состояться банкротство или просто исчезновение из поля деловой активности).

Для каждой из потенциальных угроз предложены определенные алгоритмы профилактических действий, направленные на недопущение или минимизацию последствий негативного развития событий.

Вместе с тем, практика показывает наличие и иных аспектов угроз бизнесу. Условно их можно классифицировать как угрозы на «внутреннем контуре». Тема многогранна: безопасность объектов (офисов, складов, баз, средств транспорта, связи, коммуникаций и др.), физическая безопасность конкретных персон управленческого и хозяйственного звена, информационная безопасность, сохранение коммерческой тайны, финансовая, трудовая, правовая дисциплина, подбор и

расстановка работников и прочее.

Особняком стоит проблема взаимоотношений партнеров, учредителей, акционеров, участников бизнеса. И ее, конечно, можно и нужно отнести к «внутренним угрозам», причем как на этапе возникновения, так и в процессе развития конфликта интересов, крайне негативно отражающегося на всей деятельности бизнес-структуры. Оставим в покое романтический период становления бизнеса: обсуждение самой идеи, разделение ролей и ответственности,



проверку на совместимость, собственно саму государственную регистрацию фирмы. Первые успехи, появившиеся от бизнес-проекта, первые деньги, совместные праздники... Идеалистическая картина всеобщего благоденствия. Все здорово! Коллектив набран, клиент получен, бизнес-процесс налажен, казалось бы, «колесо фортуны» крутится так, как нужно.

Не хотелось, поверьте, писать этот предлог «но», вот он как-то сразу все останавливает, обрывает позитивное повествование, куда-то глубоко прячет романтику и клятвы в дружбе и верности общему делу. Становится нервно, суетно и безжизненно. Вроде как лампочка горит, но только в половину накала, и по стенам комнаты уже заерзали непонятные тени, и в некогда светлом и уютном помещении стало сумрачно, повис молчаливый вопрос. Что дальше будет?

Причина столь разительной перемены картины – разногласия, появившиеся среди владельцев бизнеса. Не будем детализировать и вскрывать причинно-следственный ряд событий. Он, конечно, поддается определенной глубокой систематизации, но на поверхности, в 99 процентах случаев, все же определяющим является вопрос денег. Или иначе, когда один или несколько учредителей (участников), используя свои полномочия, начинают незаконно обогащаться за счет партнера (-ов).

Проблема не кажется надуманной

и пустяковой по причине многократного повторения, и на этом основании ставшая уже аксиомой.

Итак, если это два участника с долями участия по 50 процентов, то практически это может быть досудебным юридическим тупиком, поскольку ни у одного из них нет приоритета в принятии решений по легальному разрешению конфликта. Тем более если у обеих сторон есть субсидиарные залоговые обременения по банковскому кредиту. Хотя есть один путь – это прекращение бизнеса, но при условии обоюдного согласия, достигнутого на основе компромисса.

Дальше – различные комбинации с блокирующими, контрольными пакетами акций, статусы миноритарных и мажоритарных акционеров, полномочия общего собрания участников, прописанные в Уставе, права и обязанности исполнительного органа.

Эти нюансы в разрешении корпоративного конфликта в определенной степени освещены в юридической и специальной литературе.

Мы же преследуем цель дать развернутые ответы на первоочередные вопросы назревающего корпоративного конфликта, связанного, по мнению одной стороны, с незаконным перераспределением денежных средств.

## ГИПОТЕЗА КОНФЛИКТА

Генеральный директор и главный бухгалтер – отдельные физические лица, не аффилированные с учредителями.

Оборотные средства компании формируются за счет возобновляемой ежегодно кредитной линии Банка на сумму 1,1 млрд. руб. Субсидиарная ответственность распределена между двумя учредителями в долях 67,4% (первый учредитель в должности Управляющего директора) и 32,6% (второй учредитель в должности Исполнительного директора).

Компания является добросовестным импортером и налогоплательщиком.

В начале текущего года инспектор отдела камеральных проверок ИФНС озвучил главному бухгалтеру пожелание: доплатить в бюджет 1% от выручки. Основанием такого предложения послужили

выводы, сделанные из встреч с налоговыми инспекторами о соблюдении некоего внутреннего отраслевого (оптовая торговля) налогового коэффициента налога на прибыль от годовой выручки. Альтернативой обозначено назначение выездной камеральной проверки по факту выявленных повышенных коэффициентов налогового риска.



Предпосылкой такого вывода является сложившаяся в компании практика финансирования политики лояльности потребителей продукции за счет финансового стимулирования. Финансовые средства доставались из оборота компании с использованием формы денежного премирования определенного персонала.

Вместе с тем, в корпоративной политике присутствует еще один элемент увеличения премиального фонда – вывод денег (премий) первым учредителем на свое имя путем устных указаний в суммах, кратно превышающих логические объемы и не связанных поддержанием политики лояльности потребителей.

Дополнительно первым учредителем периодически иницируются авансовые платежи на подконтрольное (но аффилированное опосредовано) ООО за услуги, не являющиеся предметом бизнеса компании. Ситуация находится в подвешенном состоянии по мотивам устных обещаний возврата авансовых

платежей. В то же время им (первым учредителем) высказано предложение поиска вариантов закрытия платежей как за выполненные услуги.

По итогам аудиторской проверки, проведенной в начале текущего года, риски по налогу на прибыль и НДС ориентировочно оценены соответственно в 245 млн. руб. и 71 млн. руб.

Объективно развитие ситуации с указанными тенденциями в ближайшем будущем неминуемо приведет ООО к неспособности выполнять обязательства перед поставщиками в части закрытия кредитных линий, перед банком-кредитором в части обслуживания кредита, и перед фискальными органами в части обязательных платежей. Все эти обстоятельства по отдельности и в совокупности – прямой путь к банкротству и, соответственно, субсидиарной ответственности участников общества.

Второй учредитель заинтересован в сохранении дееспособности компании и поиске компромисса.

## ВОПРОСЫ, ТРЕБУЮЩИЕ КОНСУЛЬТАТИВНОЙ ОЦЕНКИ

Предполагается провести предметную встречу участников, на которой прояснить вопросы прекращения финансирования через премиальный фонд политики лояльности, соответственно, и прекра-



щения первым учредителем бесконтрольного собственного премирования.

Отдельного обсуждения требует вопрос о возврате авансовых платежей.

Ожидаемо, что эти вопросы не будут решены, и ситуация из вялотекущего корпоративного спора перейдет в острую фазу.

Предполагая такое развитие ситуации, целесообразно довести до исполнительного органа и иных заинтересованных должностных лиц компетентные ответы на ряд принципиальных вопросов и, в частности:

**1. Как второму учредителю принудительно, в рамках закона, прекратить неоправданные действия первого учредителя через должностных лиц общества или иным законным способом?**

Согласно законодательству РФ, высшим исполнительным органом ООО является общее собрание участников. В компетенцию собрания входит утверждение устава и новых изменений к нему, избрание на должность и снятие с должности генерального директора.

Чтобы обязать руководителя к чему-либо, воля учредителей должна быть сформулирована в виде их решения, принятого по итогам общего собрания учредителей, и оформленного в виде протокола ОСУ.

Согласно п. 11.4 анализируемого Устава, генеральный директор при выполнении должностных обязанностей руководствуется Уставом, внутренними документами общества, трудовым договором и законодательством РФ.

Согласно п. 10.6 анализируемого Устава, решения общего собрания принимаются простым большинством<sup>1</sup>,

кроме:

- ▶ решения об изменении Устава и размера уставного капитала (2/3 голосов);
- ▶ решения о реорганизации и ликвидации общества (единогласно – 100 процентов).

**Вывод:** миноритарный<sup>2</sup> участник

<sup>1</sup> По общему правилу, предусмотренному статьей 32 ФЗ закона «Об ООО»: Каждый участник общества имеет на общем собрании участников общества число голосов, пропорциональное его доле в уставном капитале общества, за исключением случаев, предусмотренных настоящим Федеральным законом.

<sup>2</sup> Миноритарии обладают меньшими возможностями

в формате корпоративных отношений лишен возможности самостоятельно и единолично влиять на принудительное прекращение действий мажоритарного участника.

Вместе с тем, в целях увеличения перспективы защиты собственных интересов и предупреждения будущих неправомерных действий должностных лиц и мажоритарного участника общества по совершению необоснованных или незаконных финансовых расходных операций, миноритарный участник может вступить в переписку с указанными лицами. В своих обращениях указать требования о прекращении совершения названных действий с нормативным обоснованием их неправомерности, затребовать бухгалтерскую отчетность и документы-основания по совершенным платежам.

В случае отсутствия письменных распорядительных документов исполнительного органа, материальная ответственность за произведенные платежные операции будет возлагаться на должностных лиц, обладающих финансово-распорядительными функциями.

Указанные переписка и действия миноритарного участника, во-первых, могут способствовать дисциплинированности должностных лиц; во-вторых, переписка будет являться доказательством обстоятельств, на которых основана позиция при разрешении назревающих споров.

**2. Какие меры необходимо предпринять в краткосрочной и долгосрочной перспективе для противодействия неправомерным действиям первого учредителя?**

Миноритарный участник имеет право:

- ▶ в случаях и в порядке, которые предусмотрены законом и учредительным документом общества, получать информацию о деятельности

по управлению компанией. Например, если мажоритарный акционер владеет 50% и еще хотя бы одной акцией и принял какое-то решение, то в большинстве случаев миноритарии не смогут заблокировать принятие этого решения. Но это не означает, что мажоритарий всегда единолично принимает решения. По некоторым вопросам требуется квалифицированное большинство – 75 или 95% голосов – или вовсе единогласие. В этих случаях, если у миноритария больше 25 или 5% соответственно, решения, для которых требуется квалифицированное большинство, могут быть заблокированы.

общества и знакомиться с его бухгалтерской и иной документацией;

- ▶ обжаловать решения органов общества, влекущие гражданско-правовые последствия, в случаях и в порядке, которые предусмотрены законом;
- ▶ требовать, действуя от имени общества (п. 1 ст. 182 ГК РФ), возмещения причиненных обществу убытков (ст. 53.1 ГК РФ);
- ▶ оспаривать, действуя от имени общества (п. 1 ст. 182 ГК РФ), совершенные им сделки по основаниям, предусмотренным ст. 174 ГК РФ или законами об обществах отдельных организационно-правовых форм, и требовать применения последствий их недействительности, а также применения последствий недействительности ничтожных сделок общества.

В соответствии с п. 15.2. Устава участник общества имеет право инициировать аудиторскую проверку для оценки правильности годовых отчетов и бухгалтерского баланса общества.

Участник имеет право обращаться в суд с косвенным иском, выступать в интересах юридического лица и будет считаться его представителем.

Участник может обратиться в правоохранительные органы с сообщением о преступлении, совершенном должностными лицами и мажоритарным участником общества.

**3. Какая ответственность может распространяться на генерального директора и главного бухгалтера за невыполнение или игнорирование требований второго учредителя?**

Руководитель действует от имени организации, представляет ее интересы и руководит ее деятельностью. Поэтому устного распоряжения или простого письма учредителя, или каких-либо письменных указаний руководителю от учредителей по совершению сделки недостаточно, если руководитель против ее заключения.

Чтобы обязать руководителя совершить сделку, воля учредителей должна быть сформулирована в виде их решения, принятого по итогам общего собрания учредителей, и оформленного

в виде протокола ОСУ.

Закон об ООО устанавливает перечень вопросов, решение по которым должны принимать учредители. Дополнительные обязанности по принятию решений учредителями могут быть уставлены уставом. В случае, если общее собрание примет решение о заключении сделки, руководитель обязан будет исполнить его, если решение о ней будет принято учредителями в пределах их полномочий.

Иные распоряжения учредителей руководитель организации исполнять не обязан.

#### **4. Какая ответственность может распространяться на генерального директора и главного бухгалтера за выполнение незаконных требований первого учредителя?**

В случае, если финансовые операции производились по письменному распоряжению исполнительного органа экономического субъекта, то такой орган единолично несет ответственность за созданную в результате этого информацию и за достоверность представления финансового положения экономического субъекта на отчетную дату, финансового результата его деятельности и движения денежных средств за отчетный период (п.п. 1, 2 ч. 8 ст. 7 Закона № 402-ФЗ).

Если между главным бухгалтером и генеральным директором возникают разногласия, и первый выполнит то или иное действие, заручившись письменным распоряжением руководителя, то вся полнота ответственности за принятое решение ляжет на гендиректора (п. 8 ст. 7 Закона о бухучете).

В соответствии со ст. 277 Трудового кодекса РФ руководитель организации несет полную материальную ответственность за прямой действительный ущерб, причиненный организации. Руководитель возмещает организации убытки, причиненные его виновными действиями.

В п. 3 ст. 13 ФЗ «О бухучете» определено, что руководитель экономического субъекта обязан возложить ведение бухучета на главного бухгалтера или иное должностное лицо.

То есть бухгалтер несет ответственность за правильность ведения бухучета.

В случае совершения действий по расходным операциям в отсутствие ответствующего распоряжения ответственность полностью возлагается на лицо, совершившее такие действия.

Кроме того, помимо личной материальной гражданско-правовой ответственности должностных лиц, также может быть перспектива привлечения к уголовной ответственности указанных как должностных лиц, так и мажоритарного участника по статье 160 УК РФ – присвоение или растрата или по статье 159 УК РФ – мошенничество.

#### **5. Какая ответственность может последовать для должностных лиц общества и учредителей, в том числе вышедших из состава учредителей, в случае игнорирования требований налоговых органов и их обращения в суд за принудительным возмещением налоговых платежей?**

Степень ответственности должностных лиц общества и учредителей, в том числе вышедших из состава учредителей, будет определяться конкретными действиями, повлекшими ухудшение финансово-хозяйственного состояния и результатов коммерческой деятельности общества. Т.е. в момент исполнения должностных обязанностей или будучи учредителем, лицо может совершить ряд умышленных действий, направленных на завладение имуществом общества (заключить заведомо убыточные сделки, сделать значительный займ, обналичивать заемные или оборотные денежные средства и др.), – и совершение таких действий умышленно и сознательно, понимая причиняемый вред, влечет привлечение к уголовной ответственности по ст.159 УК РФ (*Мошенничество, то есть хищение чужого имущества или приобретение права на чужое имущество путем обмана или злоупотребление доверием, – наказывается штрафом в размере до 120 тысяч рублей или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период до одного года, либо обязательными работами на срок до 360 часов, либо исправительными работами на срок до одного года, либо ограничением свободы на срок до 2-х лет, либо принудительными работами на*

*срок до 2-х лет, либо арестом на срок до 4-х месяцев, либо лишением свободы на срок до 2-х лет*).

Квалифицирующими признаками преступления являются следующие: группа лиц; крупный размер (стоимость имущества, превышающая три миллиона рублей); особо крупный размер (стоимость имущества, превышающая двенадцать миллионов рублей); мошенничество, совершенное лицом с использованием своего служебного положения; ряд других. По этим признакам срок наказания от 6 лет и выше.

Если ухудшение финансово-хозяйственного состояния и результатов коммерческой деятельности общества произошли после прекращения деятельности должностных лиц и учредителей в обществе, и нет прямой или косвенной причинно-следственной связи между этими событиями, то в таком случае ответственность отсутствует.

#### **6. Какая ответственность может последовать в отношении генерального директора, главного бухгалтера Общества и учредителей, в том числе вышедших из состава учредителей, в случае нарушения кредитных обязательств по кредитному договору Банка?**

Федеральный закон от 08.02.1998 г. № 14-ФЗ «Об Обществах с ограниченной ответственностью» определяет, что участник общества несет ответственность в размере своей доли в уставном капитале общества, а равно отвечает по долгам и обязательствам своего общества лишь в рамках оплаченного им уставного капитала (его доли).

Материальная (имущественная) ответственность участника (учредителя) общества действует в указанных пределах до момента, пока общество осуществляет свою деятельность.

Если общество находится на стадии банкротства или ликвидации, учредители могут быть привлечены к субсидиарному типу ответственности, а также к дополнительной ответственности.

Закон № 127-ФЗ «О несостоятельности (банкротстве)» содержит специальный термин – контролирующее должника лицо (КДЛ). Статус КДЛ по умолчанию присваивается собственникам, контро-



лирующим более 50 процентов уставного капитала организации, генеральному директору или иному руководящему лицу (п. 4 ст. 61.10 закона № 127-ФЗ).

Инициировать привлечение КДЛ к ответственности может арбитражный управляющий, государственный орган или любой из кредиторов, в том числе работники компании (ст. 61.14 закона № 127-ФЗ).

КДЛ отвечают по долгам организации, если доказано, что компания обанкротилась в результате их недобросовестных действий.

Также КДЛ несут ответственность, если ими не было своевременно подано заявление о банкротстве при наличии его признаков (ст. 3 и 9 закона № 127-ФЗ). В этом случае на них ложатся все обязательства, возникшие после установленной даты подачи заявления.

Ответственность КДЛ в общем случае равна всей сумме непогашенных требований кредиторов, а не ограничивается размером уставного капитала (п. 11 ст. 61.11 закона № 127-ФЗ).

И даже по завершении процедуры банкротства ООО кредиторы в течение трех лет имеют право обратиться с отдельным иском о взыскании долгов с КДЛ (ст. 61.19 закона № 127-ФЗ).

**7. Какую позицию должны занять генеральный директор и главный бухгалтер в ситуации, когда первый учредитель напрямую даёт указания финансовому директору перечислить ему некую сумму в качестве премиальных как сотруднику в счет будущей зарплаты, и финансовый директор перечисляет данную сумму без согласования с руководством?**

Поощрение работников премией закреплено нормами Трудового кодекса РФ (абз. 4 п. 1 ст. 22 ТК РФ, абз. 1 ст. 191 ТК РФ). Но для обоснования расходов на премирование своих сотрудников работодатель обязан выполнить ряд условий:

- ▶ необходимо дополнить положение об оплате труда, трудовые (коллективные) договоры информацией о премировании сотрудников, но желательно ещё издать локальный нормативный акт организации, а

именно положение о премировании;

- ▶ в целях соблюдения требований п. 1 ст. 252 НК РФ в кадровых документах должны быть утверждены конкретные и дифференцированные показатели премирования.

НК РФ Глава 25.

НАЛОГ НА ПРИБЫЛЬ ОРГАНИЗАЦИЙ

Статья 252 НК РФ (Расходы. Группировка расходов) с комментариями.

1. В целях настоящей главы налогоплательщик уменьшает полученные дохо-

ды в иностранном государстве, на территории которого были произведены соответствующие расходы, и (или) документами, косвенно подтверждающими произведенные расходы (в том числе таможенной декларацией, приказом о командировке, проездными документами, отчетом о выполненной работе в соответствии с договором). Расходами признаются любые затраты при условии, что они произведены для осуществления деятельности, направленной на получение дохода.



ды на сумму произведенных расходов (за исключением расходов, указанных в статье 270 настоящего Кодекса). Расходами признаются обоснованные и документально подтвержденные затраты (а в случаях, предусмотренных статьей 265 настоящего Кодекса, убытки), осуществленные (понесенные) налогоплательщиком. Под обоснованными расходами понимаются экономически оправданные затраты, оценка которых выражена в денежной форме. Под документально подтвержденными расходами понимаются затраты, подтвержденные документами, оформленными в соответствии с законодательством РФ, либо документами, оформленными в соответствии с обычаями делового оборота, применя-

2. Расходы, в зависимости от их характера, а также условий осуществления и направлений деятельности налогоплательщика, подразделяются на расходы, связанные с производством и реализацией, и внереализационные расходы.

Согласно п. 2 ст. 255 НК РФ к расходам на оплату труда в целях применения гл. 25 НК РФ относятся, в частности, начисления стимулирующего характера, в том числе премии за производственные результаты, надбавки к тарифным ставкам и окладам за профессиональное мастерство, высокие достижения в труде и иные подобные показатели.

В силу разъяснений Минтруда (письма от 14.02.2017 № 14 1/ООГ-1293, от 15.09.2016 № 14 1/10/В-6568) сроки

осуществления работникам стимулирующих выплат, начисляемых за месяц, квартал, год или иной период, могут быть установлены коллективным договором, локальным нормативным актом. В положении о премировании может быть предусмотрено, что выплата работникам премии по итогам определенного системной премирования периода (например, месяца) осуществляется в месяце, следующем за отчетным, или может быть указан конкретный срок ее выплаты, а выплата премии по итогам работы за год производится в марте следующего года (или также обозначается конкретная дата ее выплаты).

Стимулирующие выплаты (доплаты и надбавки стимулирующего характера, премии и иные поощрительные выплаты) являются одной из составляющей заработной платы и выплачиваются за иные, более продолжительные, чем полмесяца, периоды (месяц, квартал, год и другие).

В силу части второй статьи 135 Кодекса системы доплат и надбавок стимулирующего характера и системы премирования устанавливаются коллективными договорами, соглашениями, локальными нормативными актами.

Премии и иные поощрительные выплаты начисляются за результаты труда, достижение соответствующих показателей, то есть после того как будет осуществлена оценка показателей.

В компании, где генеральный директор не является ее единственным учредителем, выплата ему премии не может быть произведена только на основании его приказа (ч. 2 ст. 135, ст. 191 ТК РФ). Данный вопрос регулируется одновременно трудовым правом и нормами корпоративного законодательства (ч. 2 ст. 145 ТК РФ, п. 4 ст. 40 ФЗ № 14-ФЗ «Об обществах с ограниченной ответственностью»).

Следовательно, размеры оплаты труда генерального директора, включая надбавки, определяются по соглашению между ним и всеми учредителями общества, и решение о выплате премии выносится на основании протокола общего собрания участников компании, либо на основании решения совета директоров или наблюдательного совета.

**Вывод:** если указанные нормы законодательства не соблюдены, приведенные действия не выполнены, а соответствующие внутренние документы у ООО отсутствуют, то такие выплаты по надбавкам являются неправомерными и произвольными.



#### 8. Как правильно потребовать возврата авансовых платежей с опосредованно контролируемого первым учредителем юридического лица?

Участник общества имеет право:

- ▶▶ требовать, действуя от имени общества (п. 1 ст. 182 ГК РФ), возмещения причиненных обществу убытков (ст. 53.1 ГК РФ);
- ▶▶ оспаривать, действуя от имени общества (п. 1 ст. 182 ГК РФ), совершенные им сделки по основаниям, предусмотренным ст. 174 ГК РФ или законами об обществах отдельных организационно-правовых форм, и требовать применения последствий их недействительности, а также применения последствий недействительности ничтожных сделок общества.

В случае отсутствия договоров-оснований к расходным операциям, целесообразно обратиться в суд с иском к организации-получателю платежей о взыскании перечисленных сумм как неосновательного обогащения (ст. 1102 ГК РФ).

При наличии «формальных» договоров с «формальными» контрагентами целесообразно обратиться в суд с иском к организации-получателю платежей о признании договоров недействительными (Глава 5 параграф 2 ГК РФ).

В заключение можно отметить, что приведенный ситуативный пример не является вымышленным и надуманным, а взят как образец реально существующей проблемы в отдельно взятом юридическом лице. Однако это не лишает его универсальности, поскольку, как по-

казывает практика, в нем присутствуют черты, характерные для начала «краха», инспирируемого искусственной, умышленной или безответственной волей одного из участников, совершающего действия, неминуемо ухудшающие положение дел.

С другой стороны, нормальная среда существования бизнеса – среда компромисса, посредством которого, казалось бы, тупиковые пути, через некие усилия можно вывести в магистральную линию, когда вновь добрая воля участников создаст синергетический эффект и слабо тлеющая лампочка получит достаточно энергии для того, чтобы исчезли тени сомнений и разочарований. Компромисс в бизнесе – это здоровый механизм находить и принимать решения в условиях проявившегося «хаоса» и первоначально слабо осязаемых результатов назревающего конфликта интересов.

Мы, в свою очередь, предложили ответы на самые актуальные вопросы, которые позволят снять розовые очки иллюзии благоденствия и взглянуть на ситуацию с точки зрения независимой правовой оценки. И крайнее – лучше увидеть такую оценку, изложенную экспертами, чем читать то же самое, но с первыми строками «Арбитражный суд...» или «Приговор...».



# ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КАЛЕНДАРЬ на 2022 год

## I квартал

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

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

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

Количество дней	
Календарных	90
Рабочих	57
Выходных	33
Рабочих часов при 40-часовой неделе	454
36-часовой неделе	408,4

Количество дней	
Календарных	31
Рабочих	16
Выходных	15
Рабочих часов при 40-часовой неделе	128
36-часовой неделе	115,2

Количество дней	
Календарных	28
Рабочих	19
Выходных	9
Рабочих часов при 40-часовой неделе	151
36-часовой неделе	135,8

Количество дней	
Календарных	31
Рабочих	22
Выходных	9
Рабочих часов при 40-часовой неделе	175
36-часовой неделе	157,4

## II квартал

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

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

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

Количество дней	
Календарных	91
Рабочих	60
Выходных	31
Рабочих часов при 40-часовой неделе	480
36-часовой неделе	432

Количество дней	
Календарных	30
Рабочих	21
Выходных	9
Рабочих часов при 40-часовой неделе	168
36-часовой неделе	151,2

Количество дней	
Календарных	31
Рабочих	18
Выходных	13
Рабочих часов при 40-часовой неделе	144
36-часовой неделе	129,6

Количество дней	
Календарных	30
Рабочих	21
Выходных	9
Рабочих часов при 40-часовой неделе	168
36-часовой неделе	151,2

## III квартал

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

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

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

Количество дней	
Календарных	92
Рабочих	66
Выходных	26
Рабочих часов при 40-часовой неделе	528
36-часовой неделе	475,2

Количество дней	
Календарных	31
Рабочих	21
Выходных	10
Рабочих часов при 40-часовой неделе	168
36-часовой неделе	151,2

Количество дней	
Календарных	31
Рабочих	23
Выходных	8
Рабочих часов при 40-часовой неделе	184
36-часовой неделе	165,6

Количество дней	
Календарных	30
Рабочих	22
Выходных	8
Рабочих часов при 40-часовой неделе	176
36-часовой неделе	158,4

## IV квартал

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

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

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

Количество дней	
Календарных	92
Рабочих	64
Выходных	28
Рабочих часов при 40-часовой неделе	511
36-часовой неделе	459,8

Количество дней	
Календарных	31
Рабочих	21
Выходных	10
Рабочих часов при 40-часовой неделе	168
36-часовой неделе	151,2

Количество дней	
Календарных	30
Рабочих	21
Выходных	9
Рабочих часов при 40-часовой неделе	167
36-часовой неделе	150,2

Количество дней	
Календарных	31
Рабочих	22
Выходных	9
Рабочих часов при 40-часовой неделе	176
36-часовой неделе	158,4