



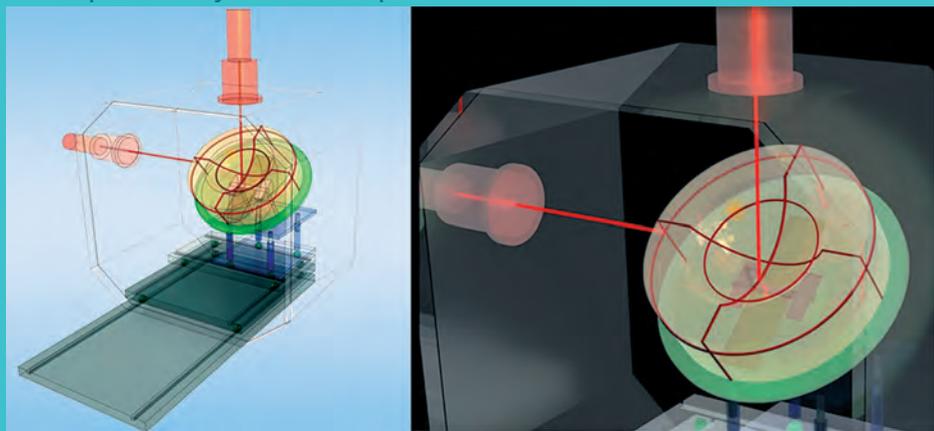
Научно-технический журнал

ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА

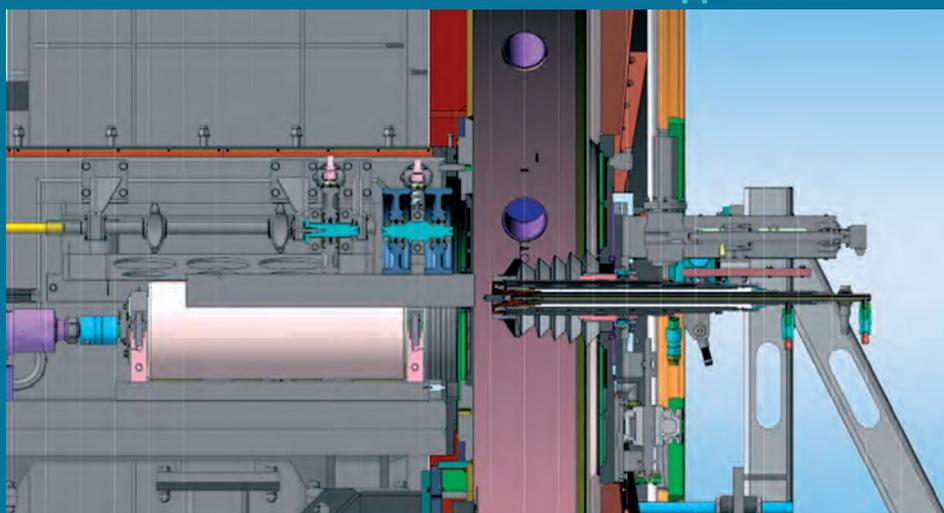
№25 | май 2023 | www.el-mech.ru

СОБРАТЬСЯ ВМЕСТЕ – НАЧАЛО, ДЕРЖАТЬСЯ ВМЕСТЕ – ПРОГРЕСС, РАБОТАТЬ ВМЕСТЕ – УСПЕХ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ
электронно-лучевой сварки



АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ
СИСТЕМА ПОЛУЧЕНИЯ ПОРОШКА МЕТОДОМ PREP



ВРЕМЯ ВЫЗОВОВ ДОЛЖНО СТАТЬ
ВРЕМЕНЕМ ВОЗМОЖНОСТЕЙ



ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ
как пункт стратегии развития
производства



**УЧИТЬСЯ
НОВОМУ**
Юрий
Морозов



**ПРОЕКТНЫЙ
МЕНЕДЖМЕНТ**
Владимира
ГАВРИЛОВА

«РЖЕВСКИЙ РУБЕЖ».
ПРОДВИЖЕНИЕ СИЛЬНЫХ



НАУЧНО- ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

17-18 августа 2023 года

«СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»

АО «Электромеханика» приглашает принять участие в ежегодной научно-технической конференции, ознакомиться с направлениями деятельности нашего предприятия и узнать о наших современных достижениях.



По вопросам участия

обращаться по телефону:
+7 48232-2-40-37
E-mail: info@el-mech.ru
kc@el-mech.ru
www.el-mech.ru



Подавляющее большинство читателей журнала, 25 выпуск которого вы держите в руках – представители важнейшей отрасли народного хозяйства – промышленности, машино-, авиа-, двигателестроительных предприятий. Эти люди не понаслышке знают ситуацию в экономике и научно-производственной сфере нашей страны, видят основные тенденции и проблематику. Среди последнего – острый дефицит специалистов технического направления, и не только количественный.

Качество подготовки выпускников вузов и колледжей, которые приходили и завтра придут на наши предприятия, не всегда соответствует потребностям этих предприятий: это я видел несколько лет назад, работая на «Электромеханике». Сегодня, после трех лет руководства муниципальным образованием, где на сегодняшний момент не действует ни одного вуза, мне очевидно: проблемы с профессиональным образованием критичны не только для расположенных на территории производств, но и для самого города и даже региона в целом. Они имеют не только кадровые, но и прямые демографические и экономические последствия. Например, влекут за собой отток молодежи и их родителей – представителей среднего, самого трудоспособного и профессионально подготовленного возраста.

Мы пытаемся сдвинуть ситуацию к лучшему давно. Работаем с молодежью – о нескольких встречах вы прочитаете на страницах этого номера журнала «Электромеханик». В Ржеве открыт кванториум, где школьники могут углубленно изучать естественные и технические науки. Прорабатываем возможности для открытия в нашем городе представительств вузов. Проводим консультации с кол-

леджами на предмет подготовки специалистов, востребованных именно нашими предприятиями. И в этом плане по многим вопросам инициатива и поддержка исходит от представителей промышленности Ржева, в первую очередь – от АО «Электромеханика», которая последние десятилетия и сама старается сохранить свою кадровую школу, и оказывает муниципалитету всяческую поддержку. Руководители этого завода на различных уровнях поднимают проблему, ведут прямые диалоги с ректорами ведущих вузов страны на тему обучения ржевцев без отрыва от территории, поддерживают местные колледжи в вопросах оснащения и организации практики для студентов.

Недавно я принял участие в заседании комитета Торгово-промышленной палаты Российской Федерации на тему «Образование в малых городах как драйвер их развития». Я постарался донести до участников круглого стола, что нужно возвращать очное высшее образование в такие города, как Ржев, и более того – возобновлять прямые связи учебных заведений с предприятиями. Возвращать филиалы вузов в малые города, повторю, жизненно необходимо! И кроме этого, пробовать открывать выделенные факультеты сильных вузов именно на таких территориях, строить здесь учебные корпуса, общежития, связывать вузы с предприятиями. И таким образом поддерживать территории квалифицированными кадрами.

Мне думается, именно за таким подходом будущее. В стратегии развития промышленности, сформированной областным правительством, запланировано создание в крупнейших городах промышленных образовательных кластеров. Это позволит будущим специалистам во время учебы проходить производственную практику на современных предприятиях, получить востребованную в сфере промышленности специальность и возможность дальнейшего трудоустройства. Это даст возможность не просто решить кадровые проблемы на предприятиях, это послужит инструментом поддержки и стимулом для развития имеющихся производств, раскроет их потенциал, а также будет иметь прямое социальное значение. Мы обязаны смотреть в завтрашний день!

Роман КРЫЛОВ, глава Ржевского муниципального округа

СОДЕРЖАНИЕ

ГЛАВНАЯ ТЕМА _____	2
Виктор Константинов удостоен ордена Серафима Саровского Время вызовов должно стать временем возможностей	
ТЕХНОЛОГИИ _____	7, 18, 40
Моделирование производственной системы электронно-лучевой сварки Автоматизированная производственная система получения порошка методом PREP Интеллектуализация процесса внедрения технологического оборудования в режиме удаленного доступа	
НА СВОЕМ МЕСТЕ _____	37, 38
Учиться новому Проектный менеджмент Владимира Гаврилова	
ПРОФЕССИОНАЛИТЕТ _____	43, 51
Вслед за лидерами Новый форум, новые лидеры	
ИНИЦИАТИВЫ _____	46
Подготовка специалистов как пункт стратегии развития производства	
СПОРТИВНАЯ ЖИЗНЬ _____	48, 55
«Я умею плавать!» «Ржевский рубеж». Ргодвижение сильных	
ПРАВО _____	59
«Человек и закон»: Отдельные аспекты определения ущерба, причиненного преступлением	

«Электромеханик»

Научно-технический журнал
№ 25
Май 2023

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 600 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

ВИКТОР КОНСТАНТИНОВ УДОСТОЕН ОРДЕНА СЕРАФИМА САРОВСКОГО



Торжественное событие состоялось в конце апреля. Епископ Ржевский и Торопечский Адриан специально для выполнения этой почетной миссии посетил одно из заседаний Думы Ржевского муниципального округа.

– По поручению Патриарха Московского и всея Руси я должен вручить награду одному из ваших коллег, – сказал владыка, обращаясь к депутатам, и зачитал грамоту к патриаршей награде, в которой говорилось: «... в помощи в восстановлении храмов Ржевской епархии и в связи с 70-летием со дня рождения Константинов Виктор Вениаминович удостоен ордена Русской православной церкви преподобного Серафима Саровского III степени».

– Для меня это волнительное событие, – продолжил епископ Адриан, – потому что подобные награды вручаются нечасто.

Преподобный Серафим является величайшим подвижником XIX века и особо почитается в России как духовный наставник и ревнитель церковной жизни. Орден учрежден определением Святейшего Патриарха Алексия II и Священного Синода от 25 марта 2004 года в ознаменование 100-летия канонизации преподобного Серафима Саровского. С этого дня орденом награждаются иерархи, клирики, монашествующие, а также миряне за особый вклад в дело возрождения монастырей, храмов, пастырскую и церковно-общественную деятельность. Знак ордена Серафима Саровского выполнен в виде позолоченного или посеребренного латунного четырёхконечного креста с расширяющимися концами и клиновидным завершением, где на лицевой стороне в центре круглый медальон, выполненный в технике «ростовской финифти», с погрудным образом преподобного Серафима Саровского. Вручив знак, владыка Адриан поздравил награжденного и пожелал Виктору Константинову Божией помощи в делах и далее трудиться на благо нашей родины. Тот отметил: это награда не ему одному, а всем, кто приложил силы к делу созидания в Ржеве, городе с уникальной и героической историей – а таких немало:

– Я благодарен всем вам, кто участвовал во всех инициативах, делах по благоустройству и развитию, и хочу пожелать всем Божией благодати, помощи в делах, здоровья и сил, – сказал Виктор Вениаминович.

«Смысл нашей работы не в том, чтобы приспособиться к текущим условиям. Стратегическая задача – вывести нашу экономику на новые рубежи. Сейчас все меняется, причем меняется очень-очень быстро. Это время не только вызовов, но и возможностей. И от того, как мы их реализуем, зависит наша будущая жизнь. Надо убрать любые межведомственные противоречия, формальности, обиды, недомолвки, прочую чушь! Все для дела, все для результата!»

Эти слова стали буквально квинтэссенцией процессов, характерных сегодня для российской экономики, где промышленность играет ключевую роль. И очень символично, что выражены они были Президентом РФ В.В. Путиным в Послании к Федеральному Собранию нынешнего года.

Как и предыдущие подобные обращения, нынешнее стало программным документом, параграфы которого явятся руководством к действию на всех ступенях вертикали власти в стране, распространятся и окажут влияние на все сферы ее жизнедеятельности.

Однако ни одно послание, ни одно руководство не будет действенным без понимания ситуации и готовности работать над изменениями к лучшему на местах – там, где должны завертеться все винтики, чтобы правильно заработал весь целый большой механизм. И очень правильно, когда там, на местах, в каждом трудовом коллективе, на каждом предприятии и в каждом городе и регионе, видят ситуацию верно и уже предпринимают активные действия. А работа властей и представителей промышленно-экономического сектора априори

ВРЕМЯ ВЫЗОВОВ ДОЛЖНО СТАТЬ ВРЕМЕНЕМ ВОЗМОЖНОСТЕЙ



намного более результативна, когда она является согласованной, когда все ее движущие силы действуют сообща и в одном направлении. Именно поэтому в Ржеве уже сложилась и продолжает усиливаться здоровая коалиция власти и бизнеса, в чем немалую роль сыграла позиция руководства ПАО «Электромеханика», в частности, генерального директора предприятия Виктора Константинова, который много лет является заместителем председателя Законодательного Собрания Тверской области, и председателя Совета директоров Андрея Константинова, председателя Думы Ржевского муниципального округа.

В конце февраля в Ржеве прошел круглый стол с участием вице-спикера областного парламента, генерального директора АО «Электромеханика» Виктора Константинова, министра промышленности и торговли Тверской области Владимира Ильина, главы Ржевского муниципального округа Романа Крылова, председателя Думы Андрея Константинова и представителей ржевского бизнеса, руководителей предприятий, расположенных как на городских, так и на сельских территориях муниципального округа. В ходе обсуждения звучали актуальные темы, одной из которых стала

подготовка квалифицированных кадров для местной промышленности.

САНКЦИИ КАК СТИМУЛ К РАЗВИТИЮ

Министр промышленности Владимир Ильин еще во вступительном слове отметил: промышленный потенциал очень важен для региона в целом и для Ржевского муниципального округа в частности, ведь именно промышленные предприятия обеспечивают 20 процентов доходов областного бюджета. Он констатировал, что им удалось достойно справиться с последствиями санкций и даже использовать их как стимул к росту и развитию. Например, прекращение поставок из-за рубежа открыло новые возможности для автомобилестроителей (в Ржеве на «Промо Электро» и «Элтра Термо» производятся стартеры, генераторы, жидкостные подогреватели для автомобилей) и производителей строительных материалов. Владимир Викторович привел в пример ООО «Тверской кирпич», который сегодня специализируется на серийном выпуске импортозамещающей продукции – кирпича премиум-класса под маркой VOLGABRICK. Генеральный директор этого предприятия Асатур Гукасян рассказал о периоде становления обновленного за-

вода и его специализации.

– Наша команда начала восстанавливать бывший Верхневолжский кирпичный завод после шестилетнего простоя именно в феврале 2022 года. У нас все производство автоматизировано, а производители большей части нашего оборудования как раз ушли с российского рынка. Мы искали комплектующие через дружественные страны, собирали по крохам внутри России, поскольку поставили амбициозную задачу – не просто перефилировать завод в соответствии с нашими планами по производству, но и сделать это максимально быстро, и мы с нею справились – в частности, благодаря поддержке органов власти. У меня большой опыт работы в разных регионах России и, скажу честно, подобное увидишь далеко не везде. Здесь мы получали помощь и содействие как на местном, так и на региональном уровне. В мае мы подключили на завод газ, а в июле получили первые партии кирпича.

Причем продукция обновленного завода кардинально отличается от той, которую он выпускал ранее. Кстати, это предприятие по своим мощностям является одним из крупнейших в Европе! И новое руководство решило переориентировать его на выпуск качественно

нового, импортозамещающего, востребованного отраслью продукта: кирпича флэш-обжига и клинкера, в том числе и тротуарного. Он по своим качествам и прочности превосходит бетонную плитку, по свойствам и эксплуатационным качествам близок граниту, но значительно его дешевле.

Асатур Гукасян обозначил и проблемы – например, дефицит кадров. «Если в Москве поиск нужного специалиста – это вопрос стоимости, то здесь его просто нет», – сказал он.

С КАДРАМИ НУЖНО РЕШАТЬ ВСЁ

– Кадровый дефицит является большой проблемой для предприятий Ржева и региона, – констатировал министр промышленности Владимир Ильин. – Это вопрос комплексный, поэтому и кадровая стратегия должна реализовываться системно: как со стороны самих предприятий, так и со стороны власти; нужно создавать предпосылки и условия, чтобы учебные заведения готовили нужных специалистов, чтобы молодые специалисты, закончив обучение, оставались в наших городах и районах. Правительством региона в рамках утвержденной губернатором Стратегии развития промышленности принято решение о создании сети машиностроительных образовательных кластеров (они смогут обучать специальностям техников, технологов, операторов и наладчиков станков с ЧПУ...). Я уверен, что со стороны региона все обязательства, в том числе финансирование этих направлений, будут выполнены, однако необходимо теснее связать студентов с теми предприятиями, которые успешно

работают на территории и где выпускникам в перспективе придется работать. И поэтому без содействия работодателей в проведении производственной практики и предоставлении мощностей и техники нам не обойтись.

К сожалению, имущественные и лабораторные комплексы, оборудование и техника, которые есть в среднеспециальных учебных заведениях, устарели и не соответствуют современным реалиям. Но даже если вложить в их модернизацию финансы, все равно материально-техническая база и уровень автоматизации действующих предприятий всегда будет на шаг впереди. Поэтому мы ждем, что именно предприятия возьмут на себя роль наставников для студентов на период практических занятий, станут активными заказчиками для колледжей на подготовку специалистов нужных профессий, – сказал министр.

– По сути, речь идет о возрождении традиций: в 70-80 годы прошлого столетия Ржевский машиностроительный техникум готовил отличных специалистов, которые работали и работают на самых разных предприятиях, в том числе и на нашем, – добавил Виктор Константинов. ПАО «Электромеханика», в отличие от многих других предприятий, не ослабляло профориентационную работу с молодежью и старалось не разрывать связей с учебными заведениями. Другое дело, что колледжи в какой-то момент перестали ориентироваться на потребности конкретных, расположенных поблизости от них предприятий...

– Благодаря высококвалифицированным преподавателям и хорошо подготовленным студентам Ржевский

машиностроительный техникум всегда пользовался заслуженным уважением. И сегодня, когда и строительные, и перерабатывающие, – да все без исключения! – заводы сталкиваются с одними и теми же проблемами, самое время это вернуть. Но работать приходится молодым людям, которые даже если что-то знают в теории, но ничего не умеют на практике, – продолжил Виктор Вениаминович. Он предложил часть средств Фонда развития промышленности Тверской области направить на модернизацию средне-специальных учебных заведений, создав в них лаборатории, оснастив необходимым оборудованием. Но есть еще важный момент. Да, предприятия заинтересованы помочь колледжам, отметил он, но на сегодняшний день ответственность учебных заведений за качество подготовки специалистов минимальна, как и заинтересованность самих выпускников в работе на заводах, которые помогли им получить профессию. Нужны правовые нормы, которые закрепят такую ответственность. Нужна законодательно установленная поддержка для предприятий, которые будут вкладываться в подготовку студентов (в качестве льгот по налогу на имущество, снижения налога на прибыль и других вариантов).

– Для продвижения вопроса нужна инициатива. А от кого она должна исходить? От тех, кто заинтересован, то есть от нас, промышленников. Поэтому мне для выдвижения законодательной инициативы в ЗС Тверской области нужно ваше одобрение, – сказал, обращаясь к коллегам-руководителям, Виктор Константинов.



ДАТЬ МОЛОДЫМ ХОРОШИЙ ПРИМЕР

– Да, сегодня нет координации между колледжами и предприятиями, – подтвердил глава округа Роман Крылов. – При остром дефиците кадров выпускники даже востребованных профессий не могут его покрыть, поскольку их дипломы не подкреплены реальными знаниями и навыками. Производственная база образовательных учреждений недостаточно оснащена, а предприятия очень неохотно берут студентов на производственную практику. Прекрасно понимаю вашу загруженность другими вопросами, но хочу напомнить: если мы не завладеем вниманием наших выпускников, им завладеет кто-то другой. Если мы не привлечем их к себе, мы их потеряем. Пример наставника, внимание руководителя, однажды заметившего молодого паренька, могут кардинально повернуть его дальнейшую судьбу. Вспомните подобные моменты из жизни каждого из нас и постарайтесь стать такими наставниками для сегодняшних молодых.

Роман Сергеевич, в частности, попросил руководителей найти возможности для того, чтобы взять как можно больше подростков на летнюю практику.

– Сколько ребят работало у вас летом? – обратился он к руководителю предприятия строительной направленности. – Трое? А выпускников – 350, и это только Ржев, плюс соседние районы Оленино, Зубцов, Нелидово, откуда ребята тоже едут к нам учиться и в перспективе работать.

– В ближайшее время изменится призывной возраст. И если мы сейчас не возьмем своеобразное шефство над ребятами, которые вышли из школы и еще не достигли призывного возраста, если не создадим условия для получения ими профессии, мы рискуем потерять их для себя, для страны. А если будем последовательны в достижении поставленных целей, имеем все шансы возродить ржевское среднее специальное образование – теперь уже посредством создания промышленно-образовательных кластеров, в чем сможем стать примером для остального региона, – так сформулировал задачу Виктор Константинов. Он предложил уделить повышенное внимание и институ-

ту наставничества, предусмотрев систему поощрений для специалистов, готовых передавать свой опыт и знания молодому поколению.

РЕЗУЛЬТАТ БУДЕТ!

– Такая работа – это работа с отложенным результатом, но такая, без которой дальше нельзя и без которой даже создание на предприятиях отличных условий труда и достойный уровень заработной платы не решат кадровой проблемы целиком, – считает Роман Крылов. – Кадровый потенциал тормозит развитие бизнеса. Нашему округу нужны растущие, развивающиеся производства. Но руководители с командой зачастую строят краткосрочный бизнес-план, нацеленный на быструю прибыль. Их можно понять, они исходят из реалий логистики, тарифной политики, внешних и внутренних проблем. В результате в Ржеве и районе объем инвестиций в производства упал почти на 15 процентов. Да, по прогнозам в нынешнем году он должен вырасти почти на треть, и мы будем надеяться, что это произойдет. Но кадровая политика – это тоже вложение в будущее. И без работы с молодежью мы сложностей не преодолеем.

МИРОМ – ЛЕГЧЕ!

Профориентация должна начинаться еще со школьной скамьи, – вновь взял слово Виктор Константинов, прокомментировав открытие в Ржеве центра технических компетенций для школьников. Кванториум – хорошо, он востребован, ребята туда тянутся, но одного его мало, нужно еще как минимум два подобных центра в других микрорайонах города, – считает он. Тогда интерес к техническим дисциплинам будет более массовым.

– Одной теории недостаточно для нынешних ребят. Они – иные, это мы росли детьми технически грамотными, умели обращаться с инструментом, знали механику. Нынешние дети этого лишены, – отметил Владимир Карпов, руководитель ПКФ «Стройкомплект». Он, бизнесмен с большим опытом и депутат Думы нескольких созывов, считает: от обсуждения нужно переходить к практике, пригласив для разговора руководителей колледжей. А еще – чаще встречаться и разговаривать между собой:

– У всех нас, руководителей предприятий, схожие проблемы, но мы решаем их поодиночке, потому что не знаем друг друга, – отметил Владимир Константинович. В связи с этим была высказана инициатива возобновить заседания муниципального Совета директоров, которые раньше проходили регулярно и, надо сказать, десятилетиями помогали директорскому корпусу города как решать сообща схожие локальные вопросы, так и строить единую стратегию по общегородским. Это предложение поддержали и ряд руководителей, и глава Ржевского муниципального округа Роман Крылов. В этом есть резон еще и потому, что за последние годы руководящая элита промышленности округа поменялась на 80 процентов, и многие руководители предприятий не знакомы друг с другом.

ВНУТРЕННЯЯ КООПЕРАЦИЯ

Нужна кооперация между производителями, тем более теми, чьи производства близки друг другу территориально, как наши, – продолжил мысль о возобновлении деятельности муниципального Совета директоров гендиректор «Электромеханики». Виктор Вениаминович привел в пример проект по строительству фельдшерско-акушерских пунктов. «Электромеханика» в сотрудничестве с предприятиями, чьи компетенции в производстве модульных зданий и строительных материалов были шире (АО «КСК «Ржевский» и ООО «ПКФ Стройкомплект») за один год, не имея ранее подобного опыта, поставила под ключ 61 модульный, автономный и полностью готовый к работе ФАП. Вопрос обеспечения их специалистами – вопрос другого порядка, но имеющий ту же природу и те же причины, что и кадровая проблема в промышленности.

В рамках заседания прозвучало много важной для сегодняшнего и завтрашнего дня Ржева информации. Управляющий директор АО «514 АРЗ» Андрей Бурмистров рассказал о планах по расширению взлетно-посадочной полосы завода (а по сути, строительстве в Ржеве нового аэродрома, что не только позволит расширить возможности завода по ремонту самолетов, но и даст перспективы развития гражданской авиации в Ржеве). Грант в размере 2,7 млрд рублей на эти цели

будет освоено в 2024 году, подготовительные работы начнутся уже в нынешнем.

ИНВЕСТИЦИИ В ЧЕЛОВЕКА

– Для каждого работодателя не секрет, что человек – это тоже предмет инвестиций. Когда к нам приходит на собеседование соискатель на должность, мы смотрим, насколько он ценен, пришел ли надолго, и стоит ли в него вкладывать силы и средства. Это относится и к молодым специалистам. И чтобы в них вкладываться, нам, работодателям, нужны гарантии. Решение здесь довольно простое: надо вспомнить практику заключения трехсторонних договоров. Не таких, как сегодня, когда студент приходит на практику (они содержат минимум обязательств для учебного заведения и предприятия, и совсем не имеют раздела о том, что обязуется делать студент). Если в договоре будет пункт о том, что после предоставления заводом возможности прохождения практики студенту тот обязуется по окончании колледжа какое-то время здесь отработать или же понесёт материальную ответственность – тогда и мы, работодатели, сможем и захотим брать на практику больше, чем 10-15 студентов, – отметил председатель Думы и замгенерального директора АО «Электромеханика» Андрей Константинов.

Он поднял и еще одну, не затронутую ранее, но важную как для бизнеса, так и для развития территории тему: перспективу создания в Ржеве особой экономической зоны для всего юго-запада Тверской области. Пусть даже это будет просто объект с некими преференциями

для бизнеса, сказал он, нужно с чего-то начать и высказать такую инициативу.

Встречи бизнеса и власти, как это принято сейчас называть, завершились вручением благодарственных писем. Около тридцати руководителей получили благодарности Законодательного Собрания Тверской области, Министерства промышленности Тверской области, главы Ржевского МО за активное участие в общественной жизни, благотворительной деятельности и развитии территорий округа, а кроме этого, за поддержку воинских подразделений, семей военнослужащих – участников СВО, а также нуждающихся в помощи людей.

Об участии расположенных на территории Ржевского муниципального округа предприятий в самых разных направлениях жизни территории (поддержка участников СВО, традиционные субботники и благоустройство) шла речь 22 апреля, когда в администрации округа состоялось заседание Совета директоров – традиционного сообщества руководителей предприятий, действовавшего в Ржеве почти два десятка лет и сегодня возобновившего свою работу.

Социальная роль бизнеса – еще одна составляющая, без которой не будет полноценного развития территории и повышения комфорта жизни людей. И об этом тоже много говорилось в Послании Президента РФ, что еще раз подтверждает: Ржев – на правильном пути.

«Мы много, постоянно говорили о необходимости изменения структуры нашей экономики за последние годы, а сейчас эти изменения – это жизненная необ-

ходимость», – отметил В.В. Путин.

С этим нельзя не согласиться. Но просто соглашаться – мало, надо действовать именно сейчас, когда время вызовов становится временем возможностей.



КОНСТАНТИНОВ В.В., к.т.н., генеральный директор ПАО «Электромеханика»
СОКОЛОВ Ю.А., д.т.н., заместитель коммерческого директора
ПАО «Электромеханика»

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ

электронно-лучевой сварки

В настоящей статье рассматривается стратифицированное представление производственных систем электронно-лучевой сварки. Приведенная иерархическая абстракция, состоящая из технологической, инструментальной, измерительной, информационной, алгоритмической и системной страт, представляет собой инструмент углубленного описания производственной системы, её элементов и связей

Сварочное производство, включающее систему технологической подготовки, совокупность основного и вспомогательного оборудования, технологический процесс (ТП), конечный продукт, можно рассматривать как сложную иерархическую производственную систему (ПС), к характерным особенностям которой относятся: многокритериальность оценок процессов, раз-

личная природа информационных связей между подсистемами и элементами; многообразие различных форм связей.

Для описания сложных систем М. Месарович предложил использовать различные уровни абстрагирования или страты, позволяющие детально раскрыть взаимодействие между элементами. Для каждого уровня абстрагирования характерны сосредоточение внимания на

специфических аспектах производства (технологическом, техническом, алгоритмическом, информационном, измерительном, организационном), оригинальный язык, семейство моделей, законы и принципы, позволяющих детально раскрыть взаимодействие элементов ПС в пределах и вне страты. Стратифицированное описание производственной системы ЭЛС, включающее семейство моделей на каждом абстрактном уровне, представлено на рисунке.

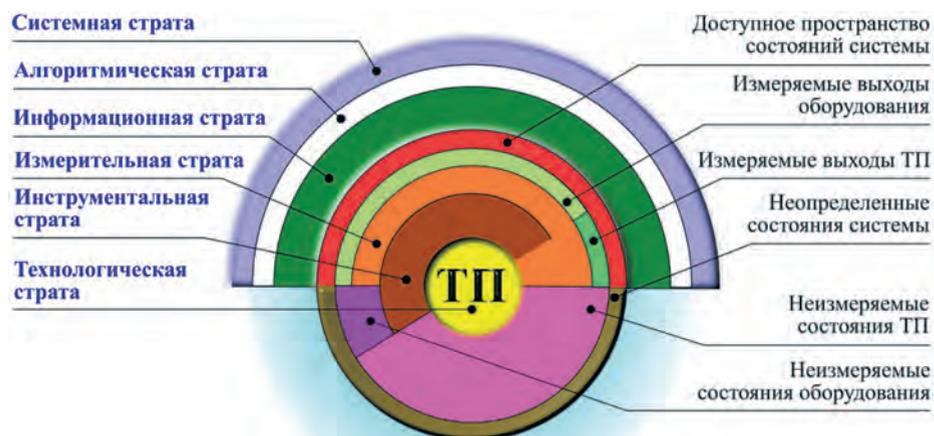
Целью статьи является исследование внутренних закономерностей производственной системы электронно-лучевой сварки (ЭЛС) с помощью теории иерархических систем, предлагающей различные способы декомпозиции сложной системы в виде иерархий страт, организации и сложности принятия решений.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СТРАТА

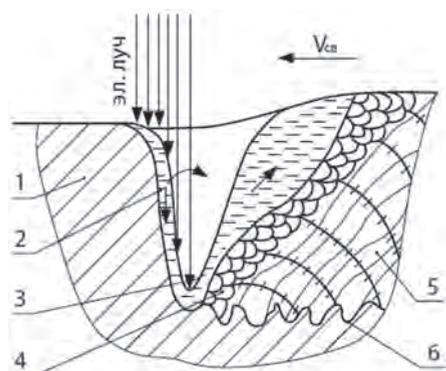
На технологической страте рассматриваются особенности физических процессов ЭЛС, основанной на явлении превращения кинетической энергии электронов в тепловую при их торможении в материале изделия. В отличие от дуговых и плазменных источников энергии, электронный нагрев осуществляется в самом материале изделия на некоторой глубине от поверхности. Процесс ЭЛС осуществляется в вакууме, что предотвращает окисление сварного соединения.

ЭЛС характеризуются большим количеством явлений различной физической природы: формирование электронного пучка, нагрев и плавление материала, течение металла в ванне расплава, испарение материала и др. При небольших значениях удельной мощности пучка, $\sim 10^4$ Вт/см², тепло выделяется на поверхности металла, ванна расплава формируется в форме полусферы. При увеличении удельной мощности пучка до 10^6 Вт/см² усиливается перегрев поверхности ванны, возникает интенсивное испарение металла и паровой поток, поверхность расплава прогибается, образуя так называемый кратер и приближая зону выделения тепла к твердому металлу.

В начальный момент образования ванны расплава радиус уменьшается, а вместе с этим увеличивается сила поверхностного натяжения, поэтому глубина



Стратифицированное представление производственной системы



Форма ванны жидкого металла и кратера при движении электронного пучка: 1 – основной металл, 2 – передняя стенка кратера, 3 – задняя стенка кратера, 4 – зона кристаллизации, 5 – металл шва, 6 – корневая пила (стрелками показано направление движения жидкого металла, $V_{св}$ – скорость сварки)

проплавления в начальный момент растёт несколько медленнее. При дальнейшем углублении кратера радиус кривизны поверхности ванны расплава на его дне не меняется, следовательно, величина силы поверхностного натяжения перестает увеличиваться, но продолжает возрастать статическое давление, поскольку растет высота столба жидкого металла ванны. По мере углубления пучка уменьшается интенсивность его воздействия на дно кратера и на некоторой глубине наступает динамическое равновесие сил. Диаметр канала кратера примерно в 2..4 раза больше диаметра пучка. С началом движения пучка паровой канал и ванна расплава деформируются и приобретают вид, показанный на рисунке.

Перетекание металла с передней стенки кратера на заднюю осуществляется в основном за счет действия реакции пара и капиллярной силы. В движущейся ванне пучок воздействует в основном на переднюю стенку. На передней стенке в связи с более высокой температурой уменьшается сила поверхностного натяжения.

На качество сварного соединения основное влияние оказывают структура (пространственное положение изделия и электронного пучка, тип соединения и форма разделки кромок, выбор технологических приемов сварки, предварительный прогрев кромок, осцилляции пучка вдоль или поперек стыка и др.) и параметры (рабочее давление в рабочей камере и электронной пушке, ускоряющее напряжение, ток пучка, скорость сварки, ток фо-

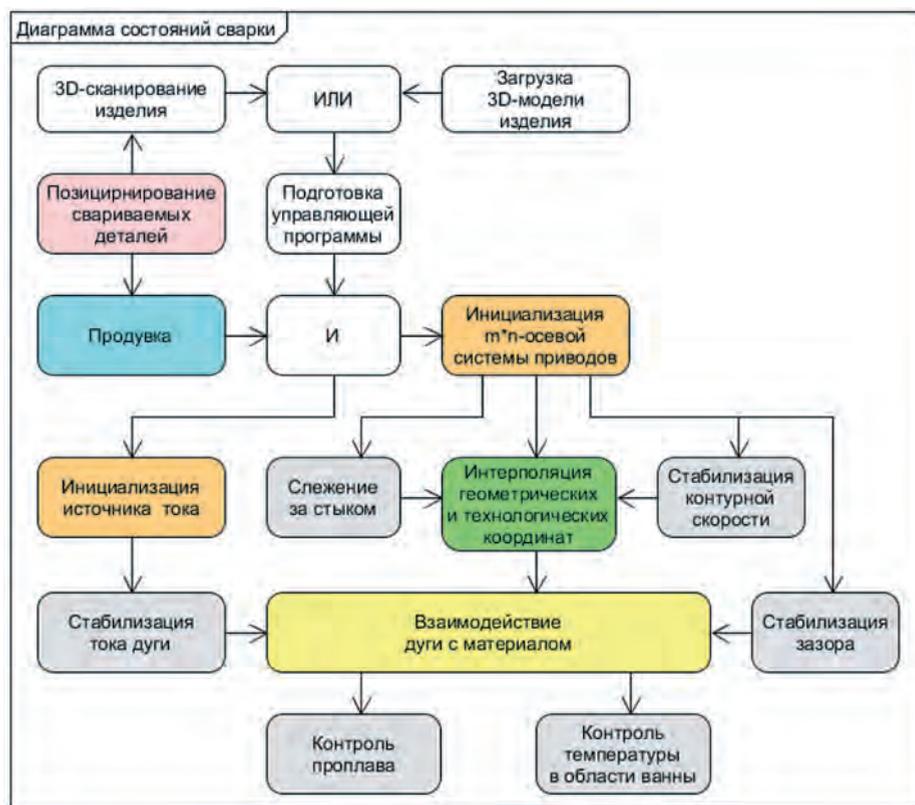


Диаграмма состояний подготовки и проведения процесса ЭЛС

кусирующей линзы, рабочее расстояние от пушки до изделия, амплитуда и частота колебаний пучка, время импульса и паузы при импульсной сварке) технологического процесса. Технологические приёмы и поддержание оптимальных параметров режима сварки обеспечивает снижение образования дефектов сварных швов (трещины, неполное проплавление, поры, несплошности и так далее).

ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СТРАТА

На инструментальной страте рассматривается техническое обеспечение для выполнения технологического процесса ЭЛС. Элементами подсистемы, соответствующей инструментальной страте, являются единицы специализированного и вспомогательного оборудования. На этом этапе определяются наиболее существенные технологические параметры сварки и состав технических средств, взаимодействия между ними.

Проектирование установки для реализации операции ЭЛС, как правило, осуществляется при помощи специальных инструментов: пакетов автоматизированного проектирования и инженерных расчётов, объектно-ориентированных

языков моделирования. Объектно-ориентированный подход к проектированию подразумевает рассмотрение установки в виде совокупности объектов, взаимодействующих друг с другом и подчиненных общей цели функционирования. Выделяя совокупность объектов и отношений между ними, можно построить объектную модель установки и на её основе разработать программные средства.

Одним из инструментов для проектирования ПС электронно-лучевой сварки является унифицированный язык моделирования UML (Unified Modelling Language), разработанный на базе методов Буча, Якобсона (Object-Oriented Software Engineering, OOSE) и Рамбо (Object Modeling Technique, OMT). Средства UML позволяют построить множество диаграмм для концентрации внимания на различных аспектах ПС. К основным способам использования UML для моделирования ПС относятся: разработка диаграмм (графическое представление информации о моделируемой системе), обмен информацией (взаимопонимание всех специалистов, участвующих в проекте), спецификация систем (построение адекватных моделей с учётом специфика-

ческих особенностей системы), генерация кода (формирование кода на языке программирования из модели), имитационное моделирование (построение моделей для получения информации об исследуемом объекте методом вычислительных экспериментов), верификация модели (проверка адекватности моделей, степени их соответствия исследуемому оригиналу).

Для описания технологии ЭЛС, оборудования и управления технологическим процессом с различных точек зрения обычно используют модели классов, состояний и взаимодействий. Операция ЭЛС включает в себя множество переходов, для технической реализации которых необходимы различные механические узлы и программно-аппаратные средства.

Модель классов описывает группу объектов с одинаковыми атрибутами, операциями, типами отношений и семантикой. Некоторые объекты существуют в реальном мире (исходные материалы, оборудование, изделие и др.), другие являются сугубо концептуальными сущностями (алгоритмы, методики оптимизации и пр.). Модель состояний определяет состояния, в которых может находиться объект, свойства объекта и действующие на них ограничения, а также события, вызывающие переход объекта из одного состояния в другое. Сначала выявляются классы, которые могут находиться в разных состояниях, и выполняется запись состояния для каждого класса. Например, для описания класса «технологический процесс» можно выделить следующие состояния: получение разрежения в рабочей камере, настройка пучка на стык, взаимосвязанное перемещение пучка и изделия, сварка при заданном технологическом режиме, заварка кратера, напуск атмосферы и др.

Модель взаимодействия описывает взаимодействие между объектами для обеспечения поведения ПС как целого. Построение модели взаимодействия начинается с выбора варианта использования, который затем уточняется на диаграммах последовательности и деятельности. Диаграмма последовательностей показывает временную последовательность взаимодействия объектов, диаграммы деятельности – поток управ-

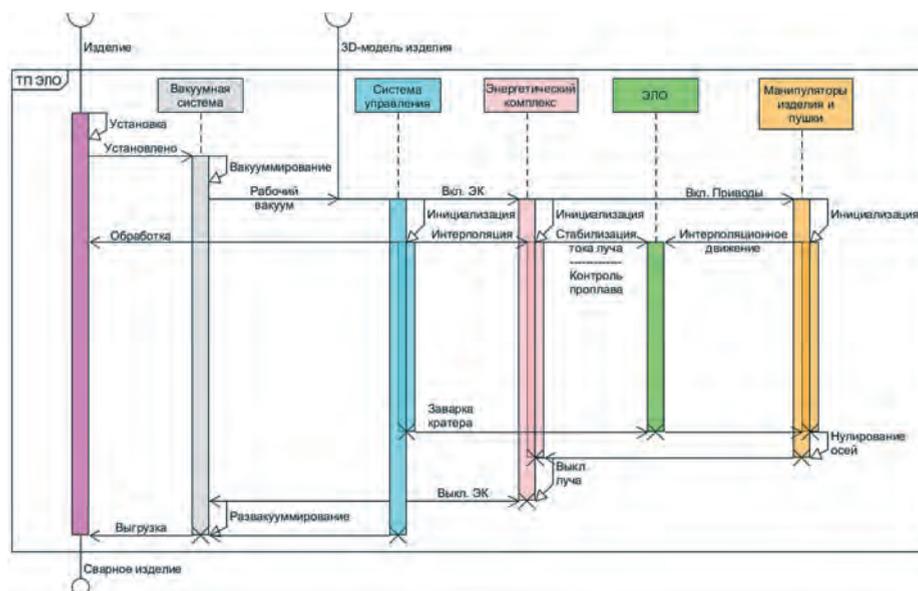
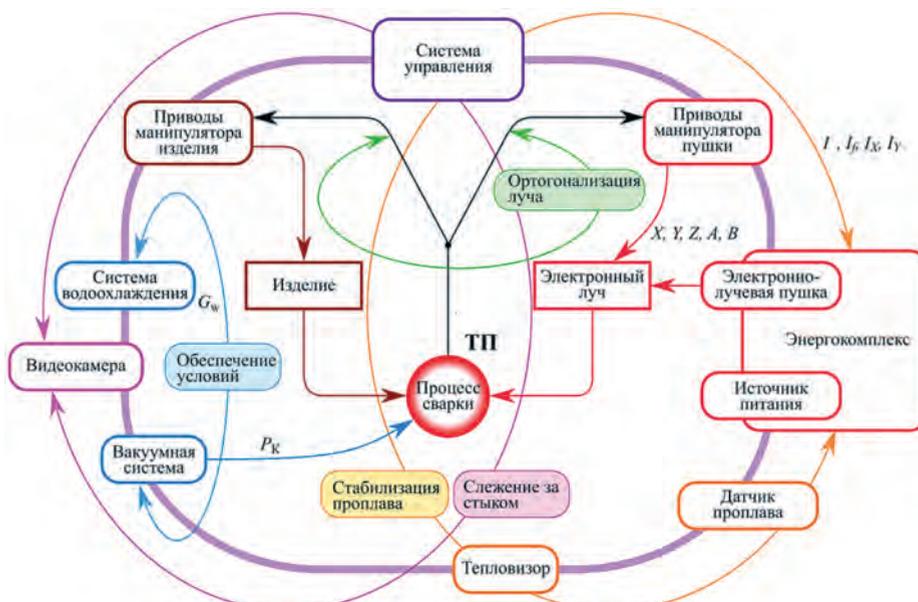


Диаграмма последовательности ЭЛС (ТП – технологический процесс, ЭЛО – электронно-лучевая обработка, ЭК – энергокомплекс)



Концептуальная модель установки ЭЛС (I – ток сварки, I_f – ток фокусировки, I_x, I_y – токи отклонения пучка по осям X и Y , P_k – рабочее давление в камере, X, Y, Z, A, B – координаты перемещения пушки по осям, G_w – расход воды)

ления между последовательными этапами вычислений.

Диаграммы состояний и последовательностей позволяют сформировать таблицу соответствия между технологическими переходами и техническими средствами для реализации технологии ЭЛС (см. таблицу). В результате составляется список узлов, необходимый для создания установки: рабочая камера, станочный комплекс, энергетический блок, вакуумные станции, комплект пневматических средств, узел водяного охлажде-

ния, устройства управления и др.

При разработке концептуальной модели установки ЭЛС необходимо установить её структуру, выбрать элементы, определить параметры, функциональные зависимости, ограничения, критерии. На этом этапе определяются наиболее существенные технологические параметры сварки и состав технических средств, взаимодействие между ними.

Оборудование для реализации операции ЭЛС оценивается следующими критериями: конструктивными решениями

Соответствие между технологическими переходами и техническими средствами

Операция	Узел	Технические средства
Разрежение	Вакуумная станция	Вакуумные насосы Запорная аппаратура (клапаны, затворы) Трубопроводы Фильтры Масляные ловушки Приборы Датчики давления Датчики температуры Устройство контроля и управления
	Рабочая камера	Оболочка Иллюминаторы Откатная крышка Патрубки
	Замкнутое водоохлаждение	Чиллер Трубопроводы Запорная аппаратура Датчик давления Фильтры
Установка изделия	Манипулятор изделия Задняя бабка	Сварная рама Планшайба Направляющие Шариковинтовая пара Электродвигатели Сервоприводы Устройство управления Комплект электрической разводки
Позиционирование пушки	Манипулятор пушки	Направляющие Шариковинтовая пара Электродвигатели Сервоприводы Устройство управления Комплект электрической разводки
Сварка	Энергетический блок	Пушка Источники питания Блок управления Вакуумный насос Комплект силовой разводки
	Станочный комплекс	Исполнительные механизмы станочного комплекса
	Устройство видеонаблюдения	Видеокамера Стробоскоп Фильтры Блок обработки изображения Память

узлов, коэффициентом использования объема рабочей камеры, коэффициентом металлоемкости рабочей камеры, временем получения рабочего разрежения, производительностью установки, степенью автоматизации основных операций, площадью размещения, экономичностью, коэффициентом, временем перехода на сварку другой номенклатуры изделий, временем подготовки управляющей

программы, удобством обслуживания, модульностью, качеством сварных соединений. К техническим параметрам основных узлов установки относятся:

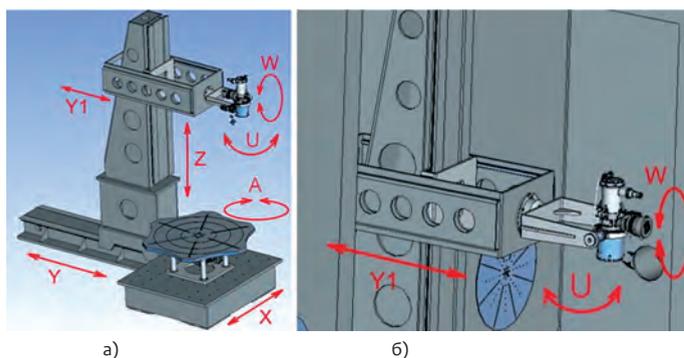
- ▶ геометрическая форма и размеры, толщина стенки, натекание, рабочее давление (рабочая камера);
- ▶ ток пучка, ускоряющее напряжение, ток бомбардировки, напряжение Вельта, амплитуда развёртки, токи

фокусировки и отклонения пучка, давление в катодной части (энергетический комплекс);

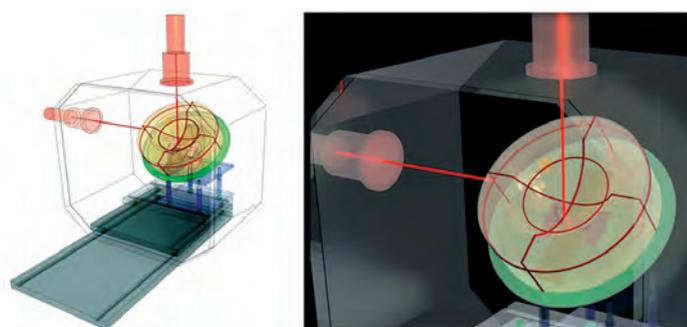
- ▶ мощность электрических двигателей, диапазоны скорости и перемещения, время разгона и торможения, точность позиционирования (станочный комплекс);
- ▶ давление и температура воды, производительность насосов (водяное охлаждение);
- ▶ производительность низко- и высоковакуумных насосов, время выхода на режим, время срабатывания запорной аппаратуры, давление в насосах (вакуумная станция).

Рабочая камера предназначена для создания вакуумного пространства, размещения станочного комплекса и технологической оснастки, защиты от рентгеновского излучения, возникающего в результате торможения ускоренных электронов. Рабочие камеры являются одним из наиболее важных и трудоемких узлов установки. От их формы, конструкции, жесткости и размеров зависят габариты и качество свариваемых изделий. Камеры должны быть технологичными, обеспечивать механическую прочность и жесткость конструкции, а также биологическую защиту обслуживающего персонала. По форме рабочие камеры подразделяются на цилиндрические, с прямоугольным и восьмигранным сечением. К особенностям камер цилиндрического типа относятся технологичность изготовления, повышенная прочность, низкий коэффициент использования рабочего пространства при сварке изделий, отличных от тел вращения. Камеры с прямоугольным сечением используются для сварки изделий широкой номенклатуры. Рабочие камеры с восьмигранным сечением имеют высокий коэффициент использования рабочего пространства.

Станочный комплекс, выполняющий сварочные, установочные и транспортные перемещения, может состоять из различных компонентов и зависит от класса установки, её назначения, специализации, размеров свариваемых изделий, степени автоматизации. В состав станочного комплекса в зависимости от технологической задачи входят манипуляторы изделия и пушки, механизм подачи присадочной



Станочный комплекс установки типа «ЭЛУР»:
5-осевой манипулятор пушки и 2-осевой манипулятор изделия
(а – манипуляторы пушки и изделия, б – узел ориентации пушки)



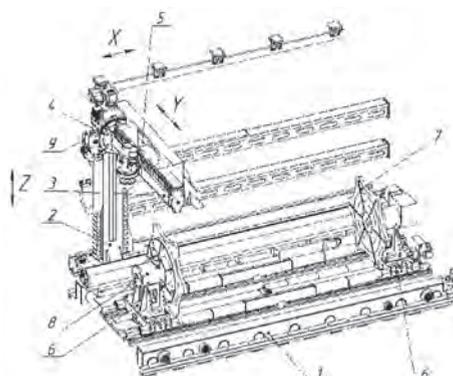
Станочный комплекс установки типа «ЭЛУ ПМ»
(5-осевой манипулятор изделия, манипуляторы двух пушек)

проволоки, задняя бабка, исполнительные механизмы для выполнения вспомогательных операций и др. По конструктивному исполнению манипуляторы пушки и изделия подразделяются на универсальные и специализированные. Универсальные манипуляторы, как правило, многоосевые, применяются для сварки изделий широкой номенклатуры; специализированные манипуляторы – для сварки однотипных изделий.

Процесс сварки может происходить на наклонных, конусных, сферических поверхностях, а также при различных их комбинациях. На рисунках ниже представлены различные схемы станочных комплексов, которые разработаны и применяются в электронно-лучевом оборудовании АО «Электромеханика».

Станочный комплекс установки «ЭЛУР» включает в себя манипулятор пушки, в состав которого входят механизмы поперечного и вертикального перемещения (оси Y и Z), ориентации пушки (оси U и W), дополнительного настроечного перемещения (ось Y1); манипулятор изделия, конструктивно состоящий из вращателя изделия и координатного стола (рис. 6). Изделие располагается непосредственно на столе, который имеет механизм продольного перемещения вдоль камеры (ось X), либо устанавливается на планшайбе вращателя с вертикальной или горизонтальной осью вращения (ось A).

Манипулятор изделия установки «ЭЛУ ПМ» (рис. 7), помимо трех линейных перемещений по осям X, Y и Z, обеспечивает наклон закреплённого изделия с оснасткой на угол от -5° до $+95^\circ$ (ось C) и вращение планшайбы в плоскости YZ (ось A). Установка оснащена двумя электрон-

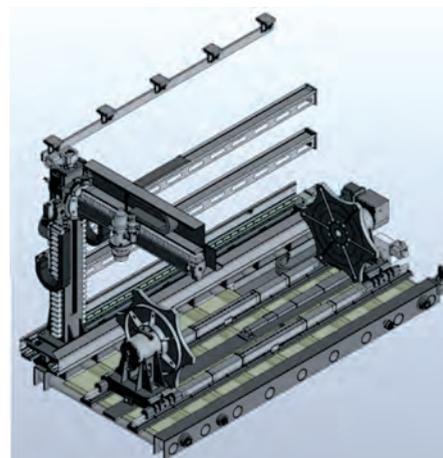


Станочный комплекс установки типа «ЭЛУ-20РЗ»
(1 – платформа, 2 – колонна, 3 – траверса, 4 – механизм поворота траверсы, 5 – механизм поворота пушки, 6 – каретка, манипулятор изделия, 8 – задняя бабка, 9 – редуктор)

но-лучевыми пушками с горизонтальным и вертикальным расположением пучка, которые размещены в карманах рабочей камеры. Для настройки на рабочее расстояние от торца пушки до поверхности стыка пушки перемещаются соответственно по осям Z и Y.

Станочный комплекс установки «ЭЛУ-20РЗ» включает в себя манипулятор электронно-лучевой пушки, манипулятор изделия, заднюю бабку. Манипулятор пушки обеспечивает перемещение пушки в продольном, поперечном, вертикальном направлениях (соответственно оси X, Y и Z) и вращение в плоскостях XZ и YZ (соответственно оси C и D). Манипулятор изделия обеспечивает крепление, позиционирование и вращение (ось A) цилиндрических, конических и других объемных изделий. Задняя бабка обеспечивает поджатие свариваемого изделия с горизонтальной осью вращения.

В состав энергетического комплекса входят электронная пушка, вакуумный насос, узел охлаждения, устройство уп-



равления, комплект источников питания, включая высоковольтный. Основные параметры энергетического комплекса определяются толщиной и теплофизическими свойствами свариваемых материалов, требованиями к коэффициенту формы проплавления. По ускоряющему напряжению сварочные пушки подразделяются на низковольтные (10...30 кВ), средневольтные (40...60 кВ) и высоковольтные (100...200 кВ).

В пушках используются прямо- и косвенно-накальные источники электронов (катоды). Прямокальные вольфрамовые или танталовые катоды изготавливаются из металлических лент и допускают высокотемпературный нагрев до $2400...2600^\circ\text{C}$. В качестве косвенно-накальных применяются катоды из вольфрама, тантала и гексаборида лантана LaB_6 . Эмиссионные свойства катода из гексаборида лантана превосходят все известные высокотемпературные катоды.

Вакуумная система установок состоит из набора насосов, запорной аппаратуры, трубопроводов, фильтров, ловушек и обеспечивает создание и поддержание

необходимого разрежения в рабочей камере ($1,33 \cdot 10^{-2}$ Па) и в пушке ($6,65 \cdot 10^{-3}$ Па). В зависимости от исполнения, технических требований установки оснащаются турбомолекулярными, криогенными и/или диффузионными насосами. Управление процессом получения вакуума осуществляется в ручном и автоматическом режимах.

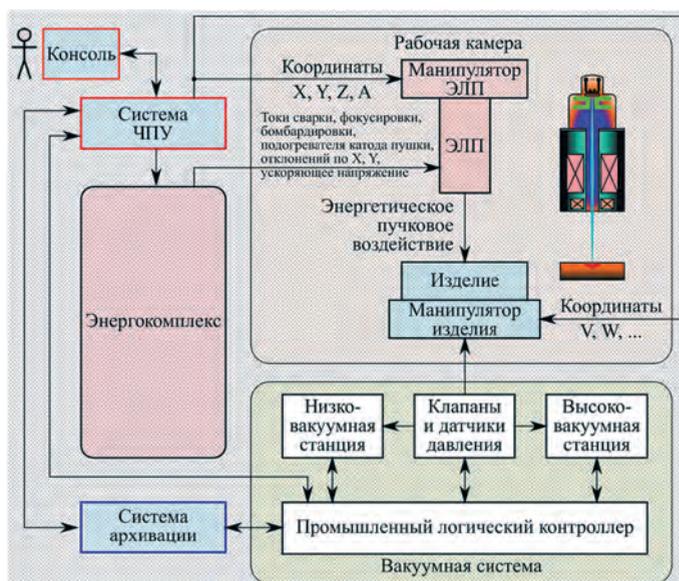
Таким образом, технические

средства установки для реализации операции ЭЛС выполняют следующие функции: получение вакуумной среды в рабочей камере, наведение пучка на стык, расчет технологического режима сварки, взаимосвязанное перемещение пушки и изделия и др..

Конструкции установок для ЭЛС определяются размером и геометрической формой рабочей камеры, составом станочного комплекса и вакуумных станций, типом энергетического комплекса, набором программно-аппаратных средств системы управления.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СТРАТА

При проектировании оборудования ЭЛС к числу наиболее наукоемких задач относится разработка информационного обеспечения и программно-аппаратных средств системы управления (СУ), представляющей собой особый класс динамических систем, которые отличаются наличием самостоятельных функций и целей управления, высоким уровнем системной организации. На информационной страте рассматривается множество взаимосвязанных подсистем управления, выполняющих самостоятельные и общесистемные функции управления и передачи данных. Элементами информационной страты являются оборудование вычислительных цифровых сетей, промышленные компьютеры (ПК), устройства числового программного управления (ЧПУ), про-



Структура установки для реализации технологии ЭЛС
(ЭЛП – электронно-лучевая пушка, ЧПУ – числовое программное управление)

граммируемые логические контроллеры (ПЛК), микропроцессорные и аналоговые устройства.

С развитием мультимикропроцессорных систем управления появилась возможность создания целостных производственных систем ЭЛС, базирующихся на принципах комплексной автоматизации основных и вспомогательных технологических операций, лёгком и удобном интерфейсе оператора к информационным и вычислительным ресурсам.

Как правило, проектирование 3D-модели изделия, содержащей комплекс конструкторских, технологических и механических параметров, осуществляется в среде системы автоматизированного проектирования (САД-система). Графический файл 3D-модели изделия поступает на вход постпроцессора, который рассчитывает координаты перемещения исполнительных механизмов станочного комплекса для подготовки управляющей программы устройства ЧПУ.

Диаграмма уровней управления с расшифровкой атрибутов, операций и обязанностей представлена на рисунке. Иерархическое построение СУ обеспечивает её повышенную устойчивость к внешним воздействиям, согласует отдельные задачи элементов и подсистем с общими задачами всей системы, позволяет сократить длины электрических проводов, минимизирует электромагнитные помехи на измерительные цепи.

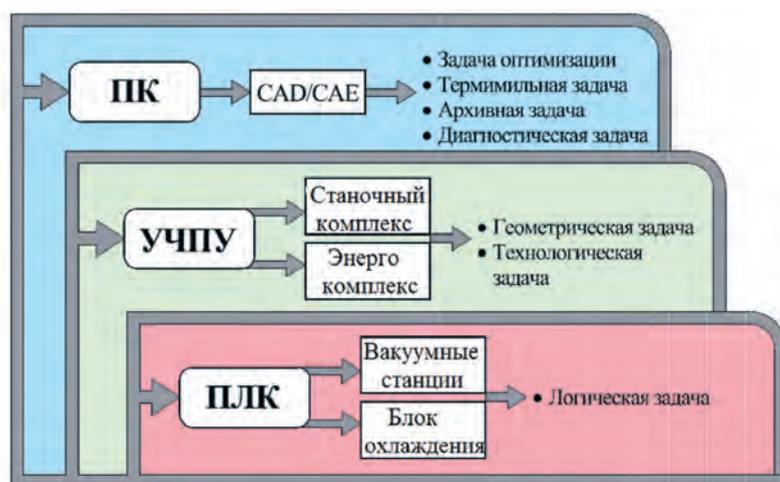


Структура системы управления

СУ обеспечивает выполнение следующих функций:

- ▶ числовое программное управление осями манипуляторов пушки и изделия;
- ▶ задание контуров тока пучка, тока фокусировки, токов отклоняющих систем по осям X и Y, амплитуды развёртки;
- ▶ автоматическое управление работой элементами вакуумных станций;
- ▶ документирование основных параметров сварки (формирование паспорта сварки изделия с указанием даты, номера детали, технологического режима).

Вычислительный потенциал промышленного компьютера позволяет выполнить задачи расчета технологического режима ЭЛС на базе математической модели (ММ), визуализации элементов оборудования и параметров процесса, документирования параметров и др. Устройство ЧПУ обеспечивает управление



Функции управления

как механическими осями станочного комплекса, так и параметрами энергетического комплекса. Программируемый логический контроллер осуществляет управление процессом получения разрежения в рабочей камере и вспомогательными механизмами.

Решение геометрической и технологической задач управления обеспечивает устройство ЧПУ, которое представляет собой управляющую машину реального времени, имеющую набор периферийных модулей для управления технологическим процессом. Устройство ЧПУ обеспечивает выполнение следующих функций: числовое программное управление исполнительными механизмами станочного комплекса; программирование профилей токов пучка, фокусировки, отклонения пучка по осям X и Y, амплитуды развертки; реализацию режима «Обучение». Токи сварки, фокусировки, отклоняющих катушек, амплитуды развертки являются программно-задаваемыми параметрами и в процессе отработки программы могут изменяться по линейному закону.

Управляющая программа процесса сварки составляется в стандартных G-кодах и M-функциях. При этом обеспечивается программирование и интерполяция всех механических осей и тока сварки. Пример задания различных контуров в управляющей программе в стандартных G-кодах приведен ниже:

```
N1G0P50Q670
N2G1G90P150Q700F50
N3S100
N4X5.5Y120F450
N5V5W7F5
```

В первом кадре задана функция G0 (быстрое позиционирование), поэтому ток пучка (ось P) и ток фокусирующей линзы изменяется мгновенно от текущего значения до 50 мА и 670 мА соответственно. Во втором кадре включается функция G1 (линейная интерполяция), токи пучка и фокусировки линейно возрастают до 150 мА и 700 мА. Скорость нарастания тока определяет значение функции F. В третьем кадре задается амплитуда развертки (S), в четвертом кадре – перемещение пушки по осям X и Y с контурной скоростью 450 мм/мин, в пятом кадре – токи отклонения 5 мА и 7 мА соответственно (оси V и W).

В качестве управляющей компоненты для решения логической задачи применяется программируемый логический контроллер, программно-аппаратные средства которого организуют последовательное выполнение операций по управлению исполнительными элементами вакуумных станций, рабочих и вспомогательных механизмов установки в соответствии с заданным алгоритмом работы. Вакуумные станции установки обеспечивают откачку воздушной среды из камеры с помощью низко- и высоковакуумных насосов, запорной аппаратуры. Контроль давления в камере и рабочих точках осуществляется от вакуумных датчиков.

Организация диалога с оператором (терминальная задача) выполняется через человеко-машинный интерфейс. Для визуального наблюдения за состоянием механизмов вакуумных станций используется мнемосхема установки, на которой отображается динамика процесса

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ СУ ОПРЕДЕЛЯЮТСЯ ЧЕРЕЗ СОВОКУПНОСТЬ ЕЁ ВНЕШНИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ:

УПРАВЛЕНИЕ механизмами перемещения изделия и электронно-лучевой пушки (геометрическая задача);
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО-ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ управление дискретными механизмами, элементами вакуумных станций (логическая задача);
ВЗАИМОСВЯЗАННОЕ управление энергокомплексом и приводами механических перемещений (технологическая задача);
ОРГАНИЗАЦИЯ интерфейса с оператором (терминальная задача);
ДОКУМЕНТИРОВАНИЕ параметров ЭЛС (архивная задача);
ИДЕНТИФИКАЦИЯ состояния основных элементов установки, формирование файлов состояния элементов, файлов событий и аварийных ситуаций (диагностическая задача);
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ моделирование ЭЛС (задача оптимизации);
ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИЯ приведённых выше задач (системная задача).

сварки. Программное обеспечение обеспечивает удобный многооконный интерфейс «оператор–система», в котором реализован простой доступ к информации и средствам управления «нажал и смотри». Использование цветных изображений элементов мнемосхемы, максимально приближённых к виду реальных конструкций, облегчает работу оператора. Интерфейс оператора содержит основное (базовое) окно, на котором выделено

несколько областей: мнемосхемы вакуумных станций, список макроопераций, датчики охлаждения, диагностические, аварийные сообщения об отклонениях параметров от технологического регламента.

СУ обеспечивает высокий уровень информационного обеспечения оператора и технолога: диагностика работы насосов по температуре, контроль воды, аварийная звуковая и световая сигнализация, набор блокировок при некорректных действиях оператора, цифровая и графическая визуализация параметров сварки, увеличение количества датчиков для локализации неисправности. При возникновении внештатных ситуаций СУ обеспечивает перевод установки в безопасное состояние, на мониторе появляется окно, в котором отображается код ошибки, описание ошибки и рекомендации оператору.

СУ в режиме реального времени должна выполнять документирование основных технологических параметров процесса сварки (архивная задача): время (общее время и время включения), токи пучка, фокусировки, отклонения, параметры управляющей программы (координаты осей, скорость сварки), давление в рабочей камере и др.

Решение диагностической задачи управления подразумевает идентификацию состояния ПС, формирование файлов состояния отдельных элементов, файлов событий и аварийных ситуаций. Файл событий имеет большое значение для технического диагностирования основных элементов установки, рекомендаций оператору: дата запуска программы; время события (общее время и время от включения установки); описание события.

На информационном уровне исследуются задачи оперативного управления на основе общего контроля состояния процесса ЭЛС. С развитием мультипроцессорных систем управления, построенных на базе устройств числового программного управления, промышленных компьютеров, сетевых программируемых логических контроллеров и устройств видеонаблюдения появилась возможность создания целостных производственных систем ЭЛС, базирующихся на принципах комплексной автоматизации основных и

вспомогательных технологических операций, лёгком и удобном для использования интерфейсе оператора к информационным и вычислительным ресурсам.

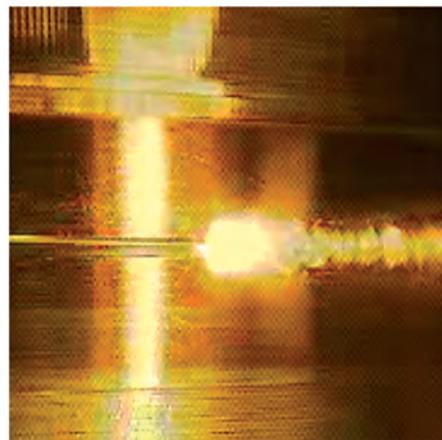
ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СТРАТА

На измерительной страте рассматриваются средства контроля технологического процесса сварки и диагностики специализированного оборудования. Элементами измерительной страты, образующими интерфейс между подсистемами технологической и информационной страт, являются видеокамеры, электронные приборы и нормализаторы, фотодатчики положения исполнительных механизмов, расходомеры, датчики давления и воды, преобразователи, различные средства измерительной техники... Общее пространство состояний включает векторы переменных процесса ЭЛС и оборудования. Наряду с переменными, доступными для контроля посредством прямых измерений, технологический процесс ЭЛС характеризуется переменными, которые рассчитываются косвенными измерениями.

Важное значение для получения качественного сварного соединения имеет контроль положения стыка в процессе сварки с помощью современных электронных и оптических устройств и приборов.

Работа видеоконтрольного устройства основана на принципе использования информации о состоянии поверхности изделия в потоке вторичных электронов, возникающих при бомбардировке поверхности изделия пучком электронов. Электронный пучок прочерчивает на поверхности изделия прямоугольный растр, вторичные электроны, отраженные от поверхности изделия, попадают на металлический диск (коллектор), изолированный от пушки. После обработки электрический сигнал усиливается и подводится к управляющему электроду лучевой трубки, на экране которой формируется изображение поверхности изделия.

Видеоконтрольное устройство применяется в трех режимах: настройка пучка на стык, «Обучение», слежение за стыком в процессе сварки. Функция настройки пучка на стык осуществляется до начала операции сварки. В процессе сварки управление пространственным



Формирование сварного соединения

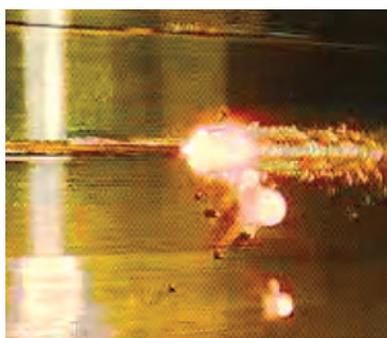
положением пушки относительно кромок изделия осуществляется с помощью устройства числового программного управления (ЧПУ). В этом случае, технологический режим сварки должен обеспечивать минимальные тепловые деформации, исключающие нарушение геометрических параметров стыка.

В режиме «Обучение» видеоустройство совмещает пучок со стыком в ряде точек по траектории стыка. Измеренные координаты запоминаются в параметрах и затем используются в управляющей программе устройства ЧПУ. Во время сварки осуществляется взаимосвязанное перемещение пучка и изделия по записанным точкам с помощью линейной или круговой интерполяции.

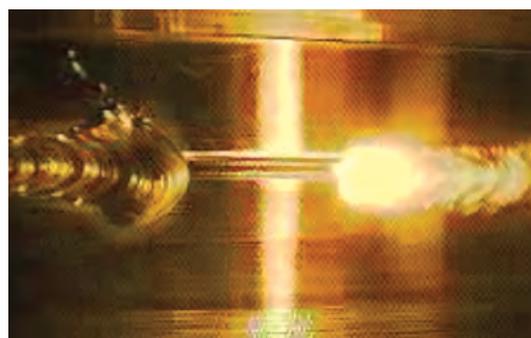
Первоначально видеоустройства, реализованные на принципе использования токов вторичной эмиссии, из-за технических сложностей не обеспечивали наблюдение за стыком при рабочих токах сварки. В дальнейшем были разработаны устройства, обеспечивающие режим слежения за стыком в процессе сварки с помощью модуляции токов пучка, фокусировки и отклоняющих катушек: пучок периодически при малом токе сканирует стык впереди ванны в течение 5 мс и затем возвращается в ванну расплава для продолжения процесса с рабочим током. Режим активного слежения за положением ванны расплава обеспечивает контроль и управление положением пучка относительно стыка. Применяются два способа управления по стыку: электромагнитное отклонение пучка и/или его механическое перемещение в направлении, перпендикулярном траектории стыка.



Кадр видеонаблюдения за стыком



Выброс металла из ванны расплава



Кадр перед замыканием кольцевого шва

149	110	189	122	125	142	127	149	141	115	165	119	122	122	100	118	113	102	119	100	114
156	117	184	132	135	143	136	154	146	111	161	127	124	124	113	114	108	116	111	108	109
143	176	110	159	150	138	166	136	140	159	100	147	129	117	146	97	125	134	98	142	101
153	155	150	140	148	150	137	129	133	141	127	121	129	109	108	120	128	106	121	120	109
145	121	149	121	131	136	128	170	129	116	157	117	121	137	97	153	100	117	148	82	139
170	182	180	184	166	164	164	143	149	132	120	142	131	127	142	89	100	127	97	129	91
135	145	116	134	158	125	145	98	124	137	89	114	114	95	119	52	122	109	92	126	82
144	125	143	121	132	138	109	144	110	107	134	98	107	121	78	139	89	100	129	72	124
151	155	148	140	136	149	156	148	140	132	125	121	121	117	117	99	108	108	105	105	106
149	184	130	151	148	140	148	91	121	132	78	110	103	76	131	80	127	111	83	141	84
139	129	132	136	138	125	139	150	128	134	144	127	119	125	103	134	106	109	125	96	117
172	146	175	142	148	167	148	165	147	132	152	114	129	136	129	143	111	128	119	100	127
149	189	133	183	175	136	169	117	144	169	98	161	132	120	148	106	141	110	113	148	96
178	166	175	162	161	169	147	153	151	145	139	126	136	134	118	113	107	108	116	107	109
167	129	173	124	132	163	135	180	130	108	152	98	117	107	120	146	90	120	112	79	124
146	181	131	178	164	132	174	128	154	170	100	152	128	116	131	97	128	97	86	119	76
150	159	144	154	150	141	145	136	145	147	119	127	128	125	116	99	111	98	105	111	94
182	135	191	131	139	181	138	171	133	112	177	111	136	126	105	137	70	111	118	71	130
115	139	104	156	126	104	117	88	105	113	61	91	78	72	82	61	90	64	56	79	46
88	107	86	85	85	78	78	79	82	82	88	108	141	46	52	86	48	40	36	32	31
841	102	153	112	103	121	108	119	64	79	211	213	224	79	64	33	25	30	31	39	61
135	111	132	107	123	111	89	105	90	172	250	243	247	210	187	170	161	179	165	139	124
74	103	54	82	84	67	76	69	103	201	208	230	151	92	131	104	124	96	90	68	37
128	135	126	136	104	126	116	88	101	148	165	179	86	46	70	52	56	61	42	65	
111	85	113	86	92	91	85	91	103	162	228	169	74	81	83	103	70	67	68	60	80
186	174	173	160	190	160	152	155	136	148	188	135	108	153	142	110	128	108	103	138	95
149	160	145	156	129	147	138	121	129	162	101	109	116	97	100	89	83	90	97	91	50
146	123	136	128	146	146	139	156	129	130	134	92	113	92	101	145	108	92	131	84	105
149	170	155	153	150	141	133	138	128	125	114	119	109	114	102	105	103	89	93	83	
145	186	122	171	155	148	149	118	131	115	96	115	99	108	130	90	112	119	78	107	83
159	129	180	143	145	136	121	135	112	112	117	104	110	111	90	126	96	81	111	73	89
165	121	187	139	136	125	115	142	112	117	129	103	117	112	95	102	91	85	87	76	77
150	185	120	171	145	138	159	122	142	126	105	125	107	111	133	85	112	121	79	109	80
145	185	127	159	152	148	151	129	140	131	117	124	115	110	91	115	93	82	99	73	82
159	127	185	131	142	136	107	130	105	112	120	85	109	89	70	125	71	87	91	80	93
159	164	140	161	145	111	120	110	108	96	88	95	88	95	150	73	105	97	79	88	64
166	174	171	178	133	130	122	100	122	119	107	118	98	105	112	87	104	90	82	88	70
158	158	199	150	132	139	126	150	101	98	108	80	107	101	79	119	92	84	88	81	85

Числовая матрица кадра видеонаблюдения за стыком

При механическом перемещении пучка отключается контроль устройства ЧПУ над соответствующей осью, которая переводится в режим слежения по сигналу от видеоконтрольного устройства. После сварки электрические приводы вновь подключаются к устройству ЧПУ. Слежение за стыком в реальном масштабе времени существенно снижает требования к точности механизмов электромеханической системы установки. При этом уменьшается трудоёмкость подготовки управляющей программы.

Блок определения проплава обеспечивает автоматический контроль сквозного проплавления соединения. Регулирование тока пучка осуществляется с учетом информационного сигнала от датчика-резистора, один конец которого соединен с корпусом рабочей камеры установки, а другой – с коллектором электронов, проникающих через сквозной пороговый канал.

Основной задачей управления

процессом ЭЛС является получение бездефектного сварного соединения с заданной структурой и требуемыми свойствами. В связи с этим разработка средств оптического наблюдения и контроля за процессом ЭЛС открывает новые возможности по увеличению способов его управления и разработке алгоритмов адаптивного управления.

Устройство оптического наблюдения состоит из объектива, микропроцессорного блока обработки информации, промышленного компьютера для оцифровки и визуализации области сварки. Для защиты оптики видеокамеры, находящейся в рабочей камере установки, от засветки и напыления парами металла используются стробоскоп и фильтры. Оптическое устройство обеспечивает настройку пучка на стык и режим слежения в процессе ЭЛС. На рисунке ниже приведен кадр из видеонаблюдения при настройке пучка на стык свариваемого изделия, а на следующем – числовая матрица этого изображения.

Синим цветом выделена линия центра стыка, желтым цветом – след от электронного пучка. Точность ввода пучка в стык составляет $\pm 0,05$ мм.

При ЭЛС часто возникают такие дефекты, как корневая пила, паровые полости, неполномерность, начальные и конечные дефектные участки. Для устранения корневой пилы, занижений с лицевой стороны шва, непроваров в начале шва и кратеров в конце шва, на стадии проектирования необходимо предусмотреть технологический припуск. Момент выброса металла из ванны расплава показан на рисунке. Координаты точки фиксируются устройством управления для дальнейшего анализа и корректирования технологии сварки.

Важными стадиями процесса ЭЛС являются формирование ванны расплава, заварка кратера, перекрытие шва. Момент формирования сварного соединения перед перекрытием кольцевого шва показан на рисунке. Для уменьшения размеров кратера применяется плавное уменьшение тока сварки и вывод пучка из стыка.

При использовании двух видеокамер можно получать объемные изображения процесса ЭЛС, то есть контролировать выпуклость ванны расплава и, следовательно, управлять геометрической формой ванны.

Сварочное оборудование может также оснащаться тепловизором, обеспечивающим измерение температурного поля в области ванны расплава. Оптическая камера, направленная на зону плавления, обрабатывает сигналы, пропорциональные энергии излучения, и передает по цифровому протоколу информацию в компьютер, на котором выполняется обработка полученных данных и визуализация.

ция теплового изображения поверхности изделия. Использование тепловизора расширяет возможности управления, способствует формированию сварного соединения с заданной структурой, компенсирует недостатки априорной технологии.

Современные электронно-оптические и оптические средства позволяют контролировать важные параметры процесса ЭЛС. Автоматизация процесса ЭЛС подразумевает разработку наукоемких математических моделей и реализацию адаптивных алгоритмов управления с использованием программно-аппаратных средств видеонаблюдения.

АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ СТРАТА

На алгоритмическом уровне рассматриваются алгоритмы управления, математические модели (ММ), технологические карты процесса ЭЛС. Элементами данной страты являются алгоритмы управления, записанные в виде программ на алгоритмических языках в памяти микропроцессорных устройств. Проектирование операции ЭЛС осуществляется на двух уровнях: формирование структуры операции (выбор кинематической схемы сварки, предварительный прогрев стыка, осцилляция пучка, непрерывный/импульсный режим, заварки кратера и др.) и оптимизация значений параметров технологического процесса.

Значение математического моделирования для изучения влияния технологических параметров на свойства изделий постоянно возрастает. Средства инженерного анализа, основанные на численных методах, стали важной частью проектирования операции сварки. К числу пакетов, ориентированных на решение многодисциплинарных задач, относятся, в частности, пакеты Ansys CFX, Ansys Fluent, LS-DYNA и др. Математическое моделирование ЭЛС основывается на тщательном изучении физики гидрогазодинамических, тепло- и массообменных, динамических процессов. Методы математического моделирования позволяют учесть мультидисциплинарный характер процесса сварки, обеспечить высокую степень точности вычислений, выбрать оптимальные значения параметров технологического процесса ЭЛС.

Разработка ММ процесса ЭЛС основана как на имеющихся теоретических и экспериментальных положениях механики двухфазных сред, так и на новых разработках и экспериментальных данных. Выделяют два направления проектирования ММ процесса ЭЛС:

- ▶ на основе баз данных и знаний, включающих в себя результаты многочисленных исследований;
- ▶ на базе математического аппарата гидромеханики, механики деформации твердых тел, методов моделирования, исследования операций.

Математической базой первого, вероятностно-статистического метода, являются положения теории вероятностей и математическая статистика. Главным недостатком этого подхода является возможность разработки модели только для исследованных материалов.

Второе направление базируется на математическом описании процесса ЭЛС. Разработка наукоемких моделей для известных и новых материалов является одной из актуальнейших задач, имеющей большое прикладное значение. В основе моделирования процесса ЭЛС лежит решение нелинейных дифференциальных уравнений изменения энергии, изменения количества движения (уравнения Навье-Стокса) и уравнения неразрывности. Моделирование фазовых переходов материала изделия основано на решении задачи Стефана с привлечением нелинейной зависимости скорости движения границы раздела фаз от температуры. При моделировании необходимо учитывать зависимость теплофизических свойств материала изделия (удельной теплоемкости, теплопроводности и плотности) от температуры.

Особенностью процесса формирования слоя электронным пучком является движение жидкой проводящей поверхности под действием электрического и магнитного полей.

Уравнения теплопроводности с учетом влияния жидкого проводящего слоя в электромагнитном поле имеет следующий вид:

$$c_p \frac{\partial T}{\partial t} = \text{div}(\lambda \text{grad} T) + f - \delta_s L V_n + \rho_{np} j^2$$

Здесь c – теплоемкость материала, λ – ко-

эффициент теплопроводности материала, ρ – плотность материала, T – температура, f – плотность теплового источника, δ_s – поверхностная δ -функция, V_n – скорость движения границы фазового перехода по нормали, L – энтальпия фазового перехода, ρ_{np} – проводимость жидкого металла, j – плотность тока внутри жидкости.

Поверхность ванны расплава стремится принять свою равновесную форму под влиянием силы тяжести и сил поверхностного натяжения. Дифференциальное уравнение движения жидкости имеет следующий вид:

$$\frac{\partial v}{\partial t} + (v \nabla) v = g - \frac{1}{\rho} \text{grad} p + \frac{\mu}{3\rho} \text{grad} \text{div} v + \frac{\mu}{\rho} \Delta v - \alpha R \delta(\varphi) \nabla \varphi$$

Здесь g – ускорение свободного падения; ρ – плотность; p – давление; μ – коэффициент динамической вязкости; $v = (v_x, v_y, v_z)$ – вектор эффективной скорости расплава, рассчитываемый через истинную скорость жидкой фазы, R – искривление линии раздела двух фаз; φ – расстояние от текущей линии раздела двух фаз до нулевого интерфейса; $\delta(\varphi)$ – волновая функция от φ .

Уравнение неразрывности имеет следующий вид:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div}(\rho v) = 0$$

В качестве прикладного инструмента для численного моделирования ЭЛС используются пакеты инженерных расчетов (Computer-Aided Engineering, CAE), включая анализ конечных элементов (Finite Element Analysis, FEA), динамику многотельных систем (Multi-Body Dynamics, MBD), вычислительную гидродинамику (Computational Fluid Dynamics, CFD), взаимодействие жидкости (газа) с конструкцией (Fluid-Structure Interaction, FSI), электромагнитный анализ (Electromagnetic Analysis, EMA), автоматизированную оптимизацию (Computer-Aided Optimization, CAO).

Таким образом, алгоритмический уровень объединяет множество правил и законов управления, которые могут быть записаны на какой-либо носитель информации. В то же время, правила и законы управления не могут быть реализованы без остальных, имеющих физическое воплощение уровней иерархической структуры СУ.

СИСТЕМНАЯ СТРАТА

На системной страте рассматриваются задачи оценки качества моделей на нижестоящих уровнях с учётом основных структурных и параметрических характеристик, общие комплексные вопросы, определяется методика оптимизации параметров процесса на базе векторного критерия. На данной страте анализируются все технические и экономические вопросы, задаются проектные ограничения.

Различают три вида оптимизации процесса ЭЛС: структурную, параметрическую и структурно-параметрическую. Под структурной оптимизацией понимается выбор технологических приемов сварки, последовательность переходов. Параметрическая оптимизация заключается в расчете оптимальных значений технологических параметров. Комплексный подход к оптимизации ТП позволяет сформировать набор параметров оптимизации, охватывающий все задачи проектирования, так как ряд параметров являются общими для структурной и параметрической оптимизации.

Оптимальные значения параметров процесса ЭЛС рассчитываются с учётом вектора критериев оптимизации K , компоненты которого являются функциями исходных, рассчитываемых и искомых параметров. В качестве критериев векторной оптимизации процесса можно выбрать следующие экономические и технологические показатели: K_1 – приведённые затраты, K_2 – производительность процесса.

Анализ ряда работ по методам решения задач многоцелевой оптимизации показал эффективность её построения по модульно-иерархическому принципу. Разбиение подсистемы многоцелевой оптимизации на три уровня обусловлено сложностью рассматриваемой задачи. Нижний уровень подсистемы определяет способ задания и структуру множества альтернатив управляющих параметров процесса и соответствующее им множество частных критериев оптимизации. На среднем уровне подсистемы значительно сокращается допустимое множество вариантов выбора параметров ТП путем определения их эффективных (Парето-оптимальных) значений. Простейшим методом приближенного



Взаимодействие различных уровней производственной системы ЭЛС

построения множества Парето можно считать ЛП-поиск, обеспечивающий заполнение области возможных решений в многомерном пространстве параметров равномерно расположенными пробными точками, в каждой точке определяют значения всех критериев и исключают неэффективные. Численная реализация моделей этого уровня позволяет сформировать пакет эффективных решений. На верхнем уровне из этого пакета выбирается единственный наилучший вариант.

Простейшим методом приближенного построения множества Парето мож-

но считать ЛП-поиск, который представляет собой модификацию метода случайного поиска, пригодную для решения задач нелинейного программирования при большой размерности многоцелевой функции. Метод осуществляет заполнение области возможных решений в многомерном пространстве параметров равномерно расположенными пробными точками Q_1, Q_2, \dots . Для каждой точки исследуемого пространства параметров вычисляются значения всех критериев, по которым составляются таблицы испытаний, где эти значения расположены в порядке возрастания или убывания. Численная реализация моделей этого уровня позволяет сформировать пакет эффективных решений. На верхнем уровне из этого пакета выбирается единственный наилучший вариант.

Системный уровень подобно кровеносной системе биологического организма обеспечивает коммуникационные процессы всех разнородных страт производственной системы ЭЛС для достижения главной задачи: получение сварного соединения с заданной структурой и свойствами.

Понимание внутренних закономерностей производства с помощью теории иерархических систем позволяет выявить различные способы декомпозиции сложной системы в виде иерархий абстрагирования, организации и сложности принятия решений. Стратифицированное представление ПС позволяет раскрыть взаимодействие разнородных по своей природе уровней и межуровневых связей, имеющих различные интерфейсы. Приведенная иерархическая абстракция, состоящая из технологической, инструментальной, измерительной, информационной, алгоритмической, системной страт позволяет достаточно полно раскрыть содержание производственной системы ЭЛС, которая характеризуется последовательным вертикальным расположением подсистем, приоритетом действий подсистем верхнего уровня, зависимостью действий подсистем верхнего уровня от фактического исполнения нижними уровнями своих функций.

КОНСТАНТИНОВ В.В., к.т.н., генеральный директор ПАО «Электромеханика»
 СОКОЛОВ Ю.А., д.т.н., заместитель коммерческого директора
 ПАО «Электромеханика»

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ СИСТЕМА ПОЛУЧЕНИЯ ПОРОШКА МЕТОДОМ PREP

К преимуществам порошков, полученных данным методом, следует отнести высокую химическую чистоту, шаровидную форму частиц без сателлитов, отсутствие внутренних пор и газовых включений, высокую насыпную плотность и текучесть. Закономерно, что порошки, полученные методом PREP, нашли широкое применение в авиационной, космической, медицинской промышленности и соответствуют требованиям аддитивных технологий.

Производство порошка, включающее в себя систему технологической подготовки, совокупность основного и вспомогательного оборудования, технологический процесс (ТП), конечный продукт, можно рассматривать как сложную иерархическую производственную систему (ПС), к характерным особенностям которой относятся: многокритериальность оценок процессов, различная природа информационных связей между подсистемами и элементами; многообразие различных форм связей.

ПС получения порошка обладает свойством распределённости в пространстве её модулей, объединённых общей целью функционирования, и каналами связи, обеспечивающими общее информационное пространство. Для описания сложных систем М. Месарович предложил использовать различные уровни абстрагирования, или страты, позволя-

ющие детально раскрыть взаимодействие между элементами. Каждый уровень абстрагирования отличается сосредоточением внимания на специфических аспектах ПС (технологическом, техническом, алгоритмическом, информационном, измерительном, системном), оригинальным языком, семейством моделей, позволяющим детально раскрыть взаимодействие элементов ПС в пределах и вне страты.

Целью статьи является исследование внутренних закономерностей ПС получения порошка с помощью теории иерархических систем, предлагающей различные способы декомпозиции сложной системы в виде иерархий страт, организации и сложности принятия решений.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СТРАТА

Основной задачей на технологической страте является анализ закономерностей и особенностей протекания процесса получения порошка методом PREP. После получения разряда в камере распыления (до 10^{-3} Па) происходит заполнение рабочего объёма инертной газовой смесью для интенсивного охлаждения частиц в потоке смеси инертных газов. Вращающаяся заготовка подаётся в камеру распыления, где её торец нагревается плазменной струёй для формирования тонкой жидкой плёнки. Капли расплава, оторвавшиеся от вращающейся заготовки, перемещаясь в инертной среде, обра-

Развитие авиа- и двигателестроения, других направлений машиностроения невозможно без организации производственных участков порошковой металлургии. В промышленности используются различные методы, обеспечивающие получение порошка: плазменное распыление быстровращающейся заготовки, распыление с вращающимся тиглем, газоструйное распыление, распыление растворённым водородом и другие. Одним из наиболее распространённых является метод PREP (плазменное центробежное распыление вращающейся заготовки), исследованию которого посвящены работы Г.С. Гарибова, В.Т. Мусиенко, Е.И. Старовойтенко, В.К. Орлова

зуют порошок шаровидной формы.

Механизм каплеобразования включает: формирование тонкой пленки расплавленного металла на торце заготовки вследствие воздействия плазменной струи, движение жидкого металла к периферийной обогреваемой поверхности заготовки и образование венца тороидальной формы, перетекание расплава в формирующиеся на венце головки произвольной формы, отрыв частиц от венца при превышении сил центробежного ускорения по сравнению с силами повер-

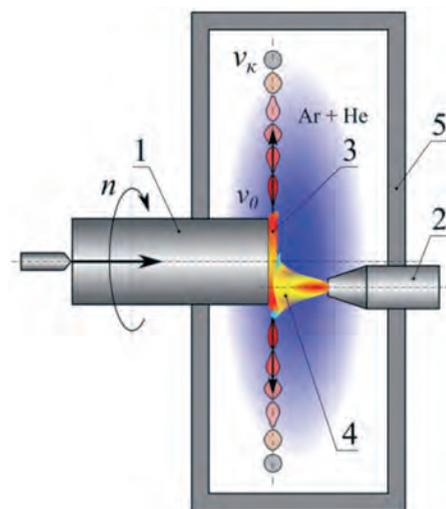
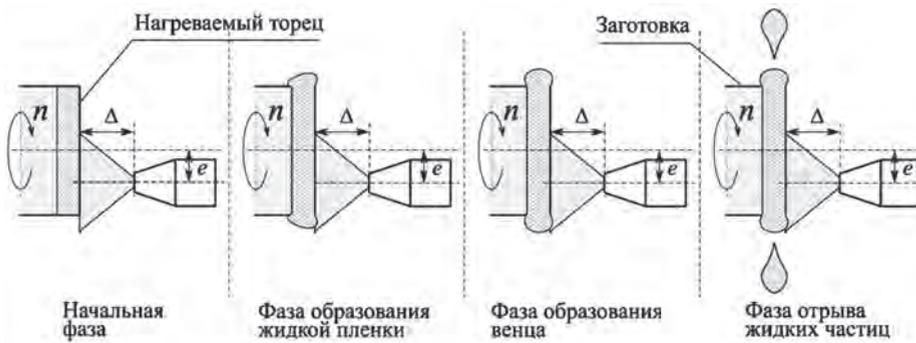


Схема центробежного распыления быстровращающейся заготовки плазменной струей: 1 – заготовка, 2 – плазменная струя, 3 – плёнка жидкого металла, 4 – плазменная струя, 5 – камера распыления (n – частота вращения заготовки, v_0 – начальная скорость слёта частицы с венца, v_k – скорость кристаллизации частицы)



Последовательность формирования частиц порошка методом PREP
 n – частота вращения заготовки, Δ – зазор между заготовкой и плазматроном, e – эксцентриситет)

кностного натяжения. Частицы расплава, оторвавшиеся от венца вращающейся заготовки, перемещаясь в газовой среде, образуют после кристаллизации порошок шарообразной формы.

Расплавляемый на торце заготовки металл под действием центробежных сил перемещается к периферии торца, образуя по его периметру тороидальный валик, удерживаемый силами поверхностного натяжения. Толщина пленки расплава δ на торце оплавленной заготовки определяется следующим выражением:

$$\delta = \left(\frac{6G\mu}{\pi\omega^2 d_3^2 \rho^2} \right)^{1/3}$$

где G – объёмный расход расплава, ω – угловая скорость вращения заготовки, d_3 – диаметр вращающейся заготовки, μ – коэффициент динамической вязкости расплава, ρ – плотность жидкого расплава.

Диаметр венца d_0 рассчитывается по следующей формуле:

$$d_0 = 4 \left(\frac{6\sigma\delta^3}{3\mu\pi r_3 V} \right)^{1/2}$$

где μ – коэффициент динамической вязкости жидкости на венце, r_3 – радиус заготовки, V – линейная скорость заготовки, σ – поверхностное натяжение расплава.

При отрыве частицы от венца на нее действуют удерживающая сила натяжения $F_{нат}$ на перемычке размером ηd_p (η – коэффициент, равный 0,8-1,0) и отрывающая центробежная сила $F_{ц}$. По мере накопления металла в валике центробежные силы, действующие на расплав, возрастают и в определённый момент превосходят силы поверхностного натяжения, удерживающие головки на венце. Условие отрыва частицы можно предста-

вить в следующем виде:

$$\omega \geq \left(\frac{6\sigma\eta}{\rho_p r_3} \right)^{1/2} / d_p$$

Используя зависимость $\omega = 2\pi n/60$, получаем зависимость для расчёта диаметра частиц d_p :

$$d_p \geq 23,39 \left(\frac{\sigma\eta}{\rho_p r_3} \right)^{1/2} / n$$

где n – частота вращения заготовки, об/мин; ρ_p – плотность частицы.

Диаметр порошка в общем случае зависит не только от частоты вращения заготовки и коэффициента поверхностного натяжения распыляемого материала, но и от тока дуги (I), зазора между заготовкой и плазматроном (Δ), эксцентриситета плазматрона относительно оси заготовки (e) и других параметров:

$$d_p = f(n, I, \Delta, e, \dots)$$

Важнейший параметр процесса, скорость кристаллизации частицы, во многом определяющий структуру частицы, зависит от давления инертной среды в камере распыления, размеров частицы и скорости ее отрыва от венца заготовки, химического состава инертной среды.

$$V_k = f(P, X, d_p, V_0, \dots),$$

где V_k – скорость кристаллизации, P – давление в камере распыления, X – химический состав инертной среды, V_0 – начальная скорость частицы в момент отрыва от венца.

До момента отделения капли от венца практически отсутствует её взаимодействие с газовой средой. Поэтому исключается появление частиц с газовыми и прочими включениями. При скорости охлаждения выше 10^3 - 10^4 °C/c образуются частицы с мелкозернистой структурой. С увеличением скорости охлаждения повышается дисперсность микроструктуры

порошковой частицы, что связано с изменением в условиях роста кристаллов. Влияние скорости охлаждения частиц расплавленного металла на характеристики микроструктуры: обычная микроструктура (при скорости охлаждения 10^2 °C/c); тонкая микроструктура (до 10^4 °C/c); особая микроструктура, метастабильные фазы, аморфное состояние (выше 10^6 °C/c).

ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СТРАТА

На инструментальной страте рассматривается техническое обеспечение для выполнения ТП получения порошка. Элементами подсистемы, соответствующей инструментальной страте, являются единицы специализированного и вспомогательного оборудования. На этом этапе определяется взаимная связь между параметрами ТП и составом технических средств, необходимым для реализации технологии получения порошка. Моделирование процесса получения порошка открывает новые возможности по принятию эффективных решений на этапе проектирования.

Проектирование специализированной установки, как правило, осуществляется при помощи специальных инструментов: пакетов автоматизированного проектирования и инженерных расчётов, объектно-ориентированных языков моделирования. Объектно-ориентированный подход к проектированию подразумевает рассмотрение установки в виде совокупности объектов, взаимодействующих друг с другом и подчиненных общей цели функционирования. Выделяя совокупность объектов и отношений между ними, можно построить объектную модель установки и на её основе разработать программные средства.

Одним из инструментов для проектирования ПС является унифицированный язык моделирования UML (Unified Modelling Language). Средства UML позволяют построить множество диаграмм для концентрации внимания на различных аспектах ПС. К основным способам использования UML для моделирования ПС относятся: разработка диаграмм (графическое представление информации о моделируемой системе), обмен информацией (взаимопонимание всех специалистов,

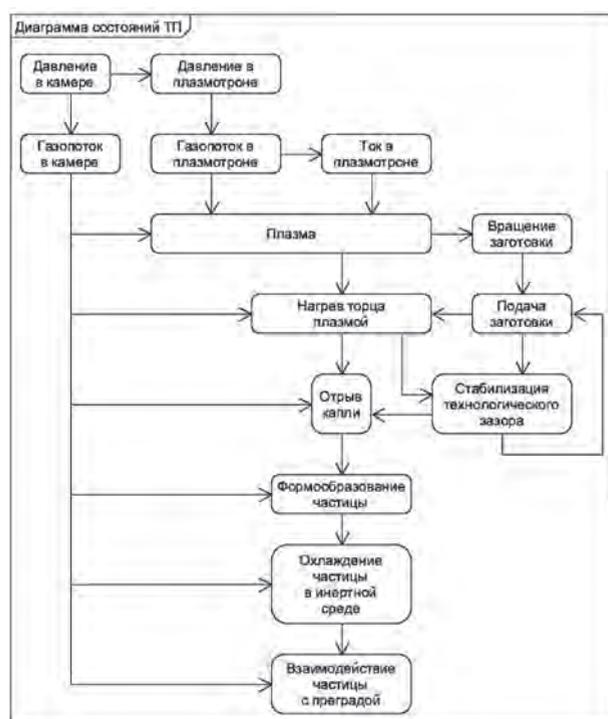


Диаграмма состояний процесса получения порошка методом PREP

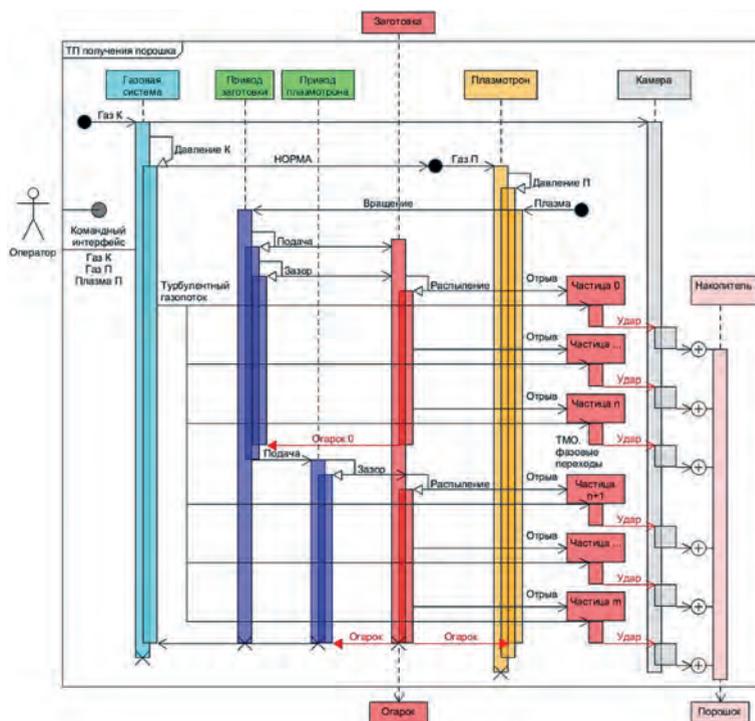


Диаграмма последовательности технологической системы производства порошка методом PREP

участвующих в проекте), спецификация систем (построение адекватных моделей с учётом специфических особенностей системы), генерация кода (формирование кода на языке программирования из модели), имитационное моделирование (построение моделей для получения информации об исследуемом объекте методом вычислительных экспериментов), верификация модели (проверка адекватности моделей, степени их соответствия исследуемому оригиналу).

Для описания технологии PREP, оборудования и управления процессом с различных точек зрения обычно используют модели классов, состояний и взаимодействий. Процесс PREP включает в себя множество переходов, для технической реализации которых необходимы различные механические узлы и программно-аппаратные средства.

Модель классов описывает группу объектов с одинаковыми атрибутами, операциями, типами отношений и семантикой. Некоторые объекты существуют в реальном мире (исходные материалы, оборудование, изделие...), другие являются сугубо концептуальными сущностями (алгоритмы, методики оптимизации и прочее). Модель состоя-

ний определяет состояния, в которых может находиться объект, свойства объекта и действующие на них ограничения, а также события, вызывающие переход объекта из одного состояния в другое.

Модель взаимодействия описывает взаимосвязь между объектами для обеспечения поведения ПС как целого. Построение модели взаимодействия начинается с выбора варианта использования, который затем уточняется на диаграммах последовательности и деятельности. Диаграммы последовательности показывает временную последовательность взаимодействия объектов, диаграммы деятельности – поток управления между последовательными этапами вычислений. На рисунке представлена диаграмма последовательности процесса получения порошка методом PREP, построенная на базе UML.

Для получения порошка необходимо выполнить следующую последовательность технологических операций:

- ▶ получение вакуума в рабочем пространстве;
- ▶ заполнение объёма камеры смесью аргона и гелия;
- ▶ загрузка на барабаны заготовки;
- ▶ прижим заготовок к барабанам роликами;

- ▶ разгон заготовки до рабочей частоты вращения;
- ▶ включение плазматрона;
- ▶ установка рабочего зазора между торцом заготовки и плазматроном;
- ▶ распыление заготовки;
- ▶ продольное перемещение заготовки;
- ▶ контроль длины огарка;
- ▶ остановка вращения заготовки;
- ▶ сброс огарка.

Схема, отражающая взаимосвязь между технологическими параметрами и техническими средствами специализированной установки для реализации технологии PREP, представлена на рисунке.

В процессе проектирования ПС необходимо определить оптимальные конструкционные решения основных узлов установки; рассчитать геометрические параметры, рассчитать технические параметры:

- ▶ камеры распыления (геометрическая форма и размеры, температура стенки, расход воды, натекание);
- ▶ энергетического комплекса (мощность плазматрона, степень ионизации, расход и химический состав плазмообразующего газа, диаметр сопла на срезе, угол расхождения и длина струи);

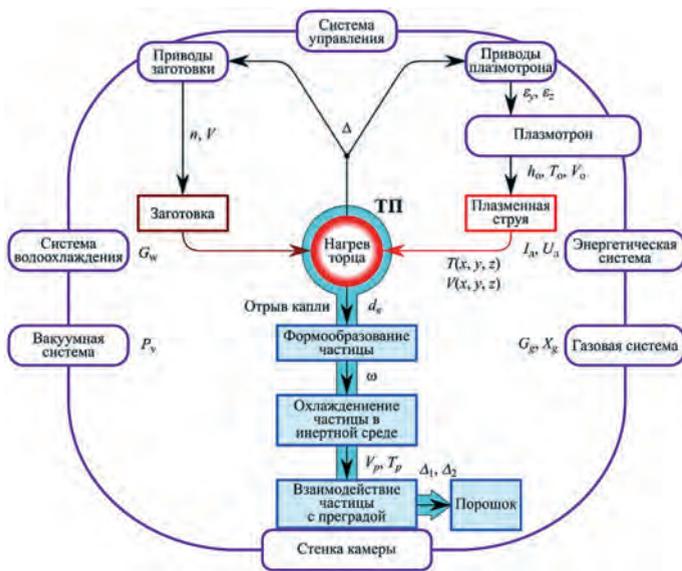


Схема взаимосвязей между технологическими параметрами и техническими средствами специализированной установки для реализации технологии PREP (Δ – зазор между торцом заготовки и плазмотроном, n – частота вращения заготовки, V – скорость продольного перемещения заготовки, I_a – ток дуги, U_a – напряжение дуги, ϵ_1 и ϵ_2 – эксцентриситеты оси плазмотрона относительно оси заготовки по y и z , h_0 – энтальпия газа на срезе сопла, T_0 – температура на срезе сопла, V_0 – скорость газа на срезе сопла, $T(x, y, z)$ – профиль температуры плазменной струи, $V(x, y, z)$ – профиль скорости плазменной струи, G_g и X_g – расход и химический состав инертной среды, G_w – расход воды, P_k – давление в камере, d_0 – диаметр венца, ω – частота колебаний капли, T_p и V_p – температура и скорость частицы, Δ_1 и Δ_2 – деформация в верхней и нижней области частицы)

- ▶ исполнительных механизмов (скорость вращения заготовки, мощность электрических двигателей, диапазоны скорости и перемещения, время разгона и торможения, точность позиционирования, температура в узлах подшипников);
- ▶ газового блока (расход и химический состав газовой среды для охлаждения частиц, диапазон регулирования);
- ▶ узла водяного охлаждения (температура на входе и выходе, производительность насосов, расход воды для охлаждения каждого элемента, допустимая температура и др.);
- ▶ вакуумной станции (производительность низко- и высоковакуумных насосов, время выхода на режим, время срабатывания запорной аппаратуры);
- ▶ загрузочного устройства (количество и геометрические размеры заготовок).

Формирование порошка осуществляется в камере распыления, в торце которой расположена откатная дверь. С другой стороны камеры распыления находится блок приводов, внутри которого

установлены барабаны с электроприводом и механизм передвижения заготовки. Особенностью конструкционного решения установки является возможность непрерывного распыления десятков заготовок за счет непрерывной подачи заготовок из загрузочного устройства в блок приводов. Партия специально подготовленных заготовок загружается в накопитель, который устанавливается в загрузочное устройство, из которого заготовки поочередно через разделитель подаются в блок приводов. Узел вращения заготовки выполнен на двух опорных

вращающихся барабанах. Удержание вращающейся заготовки на барабанах осуществляется прижимным роликом специальной конструкции, компенсирующей вибрации.

Конструкционные решения установки «Гранула 2500» обеспечивают:

- ▶ максимальную частоту вращения заготовки до 30000 об/мин и 40000 об/мин при диаметрах заготовок соответственно 80 мм и 55 мм;
- ▶ расчётный диаметр камеры распыления (2500 мм);
- ▶ широкий диапазон регулирования подачи;
- ▶ надёжное крепление заготовки благодаря двухрычажному механизму

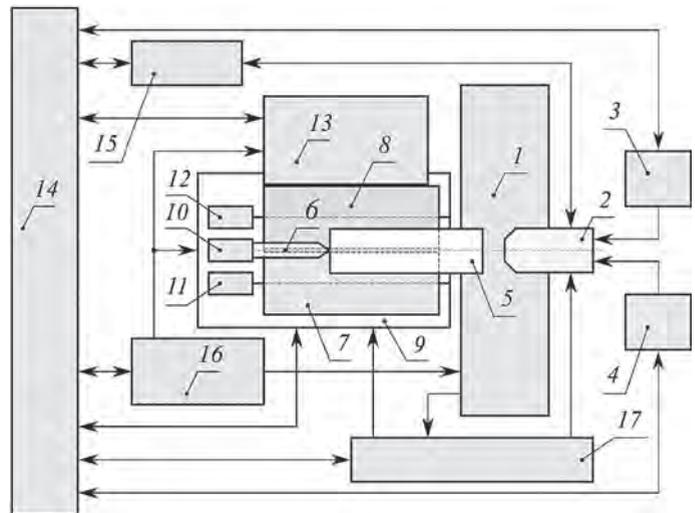
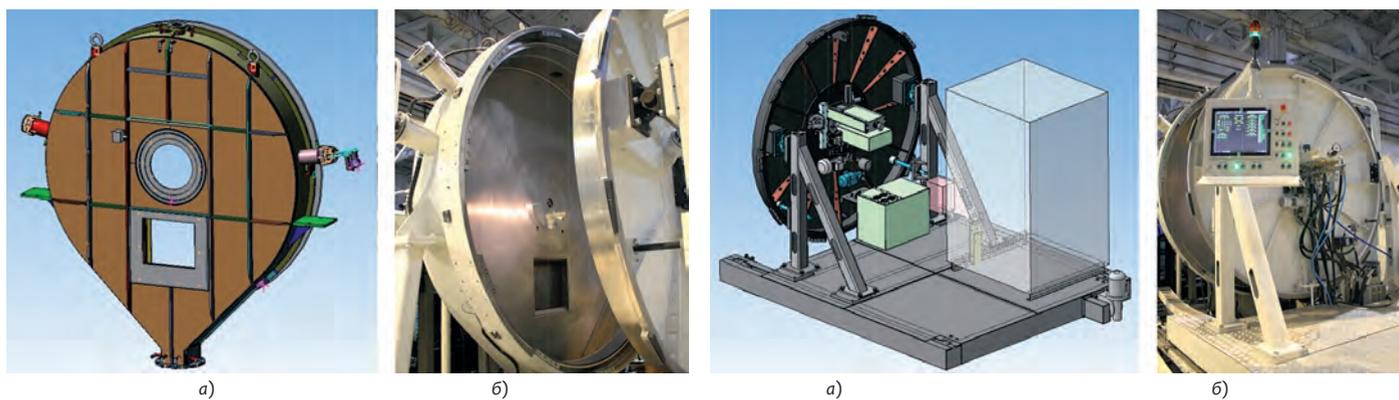


Схема технологической установки для получения порошка методом PREP (1 – камера распыления, 2 – плазмотрон, 3 – источник питания, 4 – привод плазмотрона, 5 – заготовка, 6 – толкатель, 7 – барабан №1, 8 – барабан №2, 9 – блок приводов, 10 – привод продольного перемещения заготовки, 11 – привод вращения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



Установка «Гранула 2500»



Камера распыления: а) – 3D-модель, б) – внешний вид

Откатная дверь: а) – 3D-модель, б) – внешний вид

прижимных роликов с амортизирующей пружиной;

- ▶ регулируемый эксцентриситет плазмотрона относительно оси заготовки по двум осям (e_1 и e_2);
- ▶ возможность распыления заготовок за счет их непрерывной подачи из загрузочного устройства в блок приводов;
- ▶ малую длину огарка;
- ▶ небольшую консольность вала малого барабана благодаря уменьшению его ширины и переносу опорного ложемента ближе к плазмотрону;
- ▶ поддержание зазора между плазмотроном и торцом заготовки в автоматическом режиме.

Камера распыления, выполненная из нержавеющей стали с рубашкой охлаждения, представляет собой горизонтально расположенную каплеобразную конструкцию диаметром 2500 мм и длиной 280 мм. Камера распыления выполнена с откатной дверью, которая фиксируется в рабочем положении с помощью байонетного затвора. К наружному торцу камеры герметично устанавливается камера блока приводов, ниже – отверстие для стыковки с механизмом сбора огарков.

Внутри камеры распыления закреплён экран, который защищает приводные механизмы блока приводов; сбоку расположены иллюминаторы, обеспечивающие визуальный и дистанционный контроль за ТП с помощью видеокамеры. В нижней части камеры выполнено отверстие для стыковки с пересыпным устройством.

Откатная дверь представляет собой конструкцию дискообразной формы с ребрами, которые расположены радиально от центра к периферии.

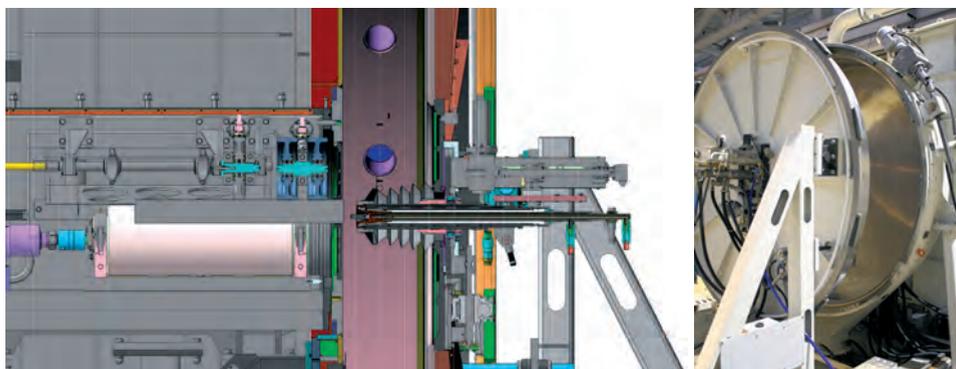
Между косынками приварены сектора рубашки охлаждения. Дверь подвешена на двух стойках, закрепленных на раме подвижной тележки.

В центральной части откатной двери выполнен прямоугольный карман с фланцем, на который устанавливается плазмотрон с механизмами перемещения по двум осям для задания необходимого эксцентриситета плазменной струи относительно центральной оси вращения заготовки. Базовым элементом механизма перемещения плазмотрона является плита, которая устанавливается на прямоугольный фланец. Герметичность при продольном и поперечном перемещении ползуна относительно неподвижного фланца камеры достигается с помощью эластичного уплотнения, обеспечивающего постоянный контакт с полированной поверхностью ползуна. Механизм перемещения плазмотрона реализован на базе электродвигателя, мотор-редуктора, шариковинтовой передачи (ШВП). Конструкция механизма эксцентриситета обеспечивает вертикальное и горизонтальное перемещение плазмотрона соответственно на ± 20 мм и ± 10 мм относительно центрального положения.

С внутренней стороны подвижные элементы механизма перемещения плазмотрона защищены от воздействия порошка с помощью гибкого силифона из термостойкого материала. Конструкция откатной двери обеспечивает компактное размещение токоподводящих шин, надёжную тепловую защиту уплотнений гермоввода плазмотрона и высокую ремонтпригодность.

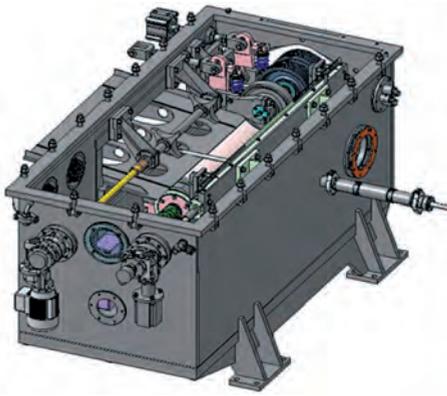
Байонетный затвор гарантирует герметичное соединение между камерой распыления и откатной дверью. Конструкция затвора позволяет проводить процесс получения порошка при избыточном давлении в камере распыления.

Блок приводов включает следующие составные части: камеру с крышкой, привод вращения, узел перемещения толкателя. Камера представляет собой сварную конструкцию прямоугольной формы из углеродистой стали. Узел вращения заготовки выполнен на двух опорных барабанах, вращение на которые передаётся через муфты с упругим элементом от электрических шпинделей расположенных внутри камеры. Электродвигатели мощностью 13,5 кВт каждый обеспечивают малое время на разгон и торможение



3D-модель механизмов перемещения плазмотрона, расположенных на двери

Байонетный затвор

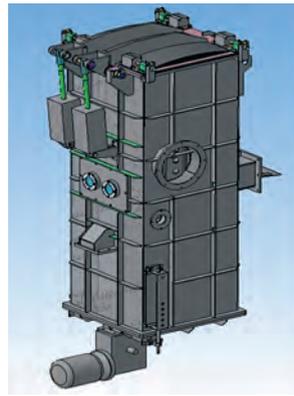


а)

Блок приводов: а) – 3D-модель, б) – внешний вид



б)



а)

Загрузочное устройство (а – 3D-модель, б – внешний вид)



б)

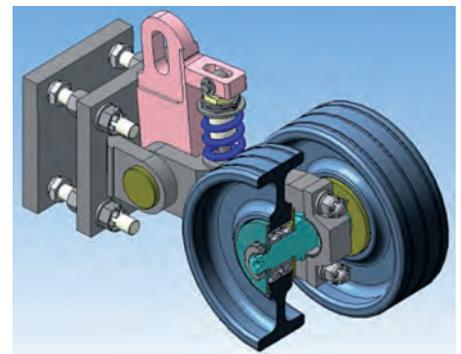


а)

Механизм горизонтального перемещения заготовки (а – 3D-модель, б – внешний вид)



б)



3D-модель прижимного ролика

заготовки в начале и конце цикла распыления. На внутренней боковой стенке камеры установлена линейная направляющая, которая перемещает заготовку к плазматрону.

Удержание вращающейся заготовки на барабанах осуществляется прижимными роликами специальной конструкции, компенсирующей вибрации. Для надёжного удержания заготовки ось вращения ролика находится под заданным углом относительно оси вращения заготовки. Для исключения проскальзывания ступиц ролика относительно заготовки выполнено независимое вращение каждой ступицы в отдельности. Конструкция узла обеспечивает независимое вращение каждой ступицы ролика, возможность демонтажа вала вместе со ступицами.

Перемещение заготовки вдоль оси вращения барабанов обеспечивает механизм подачи, реализованный на базе ШВП, серводвигателя, двух линейных направляющих. На подвижных каретках направляющих закреплён кронштейн с возможностью регулировки по высоте. Точное позиционирование толкателя контролируется датчиком угловых перемещений. Тепловой баланс в области

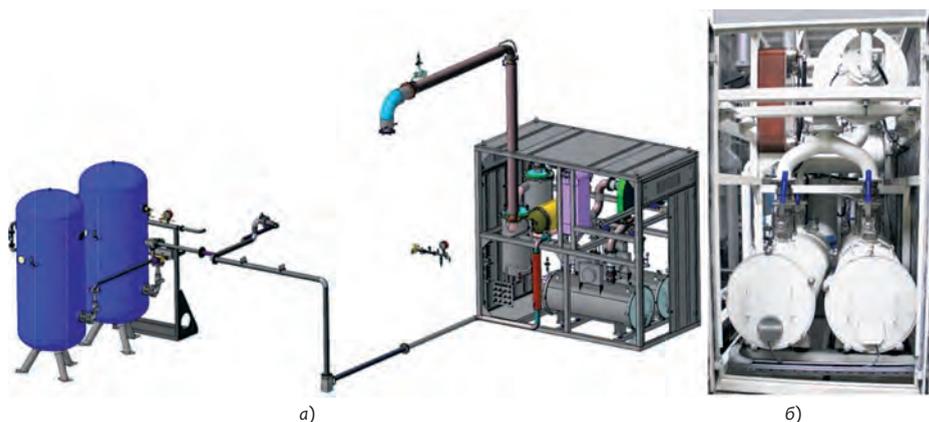
контакта торца толкателя и заготовки обеспечивается за счёт подачи газа через отверстие в центре толкателя. Блок приводов стыкуется со смежными узлами: камерой распыления, загрузочным устройством, металлоконструкцией основания.

Загрузочное устройство состоит из прямоугольной сварной камеры с открывающейся верхней крышкой. В камере имеется фланец для присоединения к камере блока приводов. Партия специально подготовленных заготовок помещается в накопитель загрузочного устройства, из которого заготовки поочередно через разделитель подаются в блок приводов. На полках накопителя располагаются заготовки, количество которых в зависимости от исполнения установки может быть разным. Операция поочередной подачи заготовки на барабаны осуществляется с помощью разделителя заготовок, на валу которого установлены разделяющие звёздочки.

Вакуумная станция представляет собой комплекс взаимосвязанных устройств (насосов, запорной аппаратуры, трубопроводов, фильтров, ловушек), предназначенный для создания и поддержания необходимого разрежения в ра-

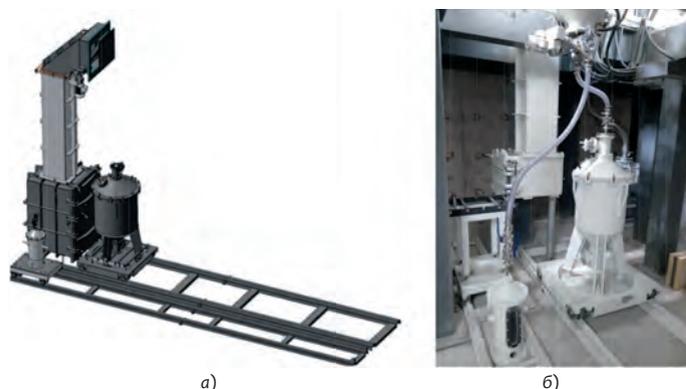
бочем объеме оборудования, приборов для измерения давления, средств контроля. В состав вакуумной станции в зависимости от исполнения могут входить: спиральный насос, пластинчато-роторный вакуумный насос, насос Рутса, пластинчато-роторный насос, турбомолекулярный или диффузионный насос.

Газовый узел, построенный на базе двух постов рециркуляции газа, обеспечивает заполнение инертной средой полостей установки до избыточного давления и циркуляцию газа через плазматрон во время процесса распыления. Для интенсивного отвода тепла от частицы, помимо охлаждения излучением, используется конвективное охлаждение в потоке смеси инертных газов (аргон и гелий), процентный состав которого определяется технологией. При этом, аргон, имея меньший потенциал ионизации, чем гелий, обеспечивает устойчивость плазменной дуги. К отличительным чертам газового узла относятся: модульная конструкция, компактное расположение элементов, малое сопротивление потока газа, наличие датчиков давления, температуры и вибрации.



Газовый узел: а) – 3D-модель, б) – внешний вид

но управляемой запорной арматурой, которая отделяет общий объем камеры распыления от объема контейнера. Конструктивное исполнение пересыпного устройства позволяет оперативно выполнить замену контейнера, заполненного порошком, при этом повторное получение вакуума выполняется только для объема контейнера. Пересыпной узел включает разделитель, который направляет поток частиц в бункер на 25 кг для сбора порошка, получаемого от распыления первой заготовки от каждой партии, или в бункер на 1000 кг для сбора кондицион-



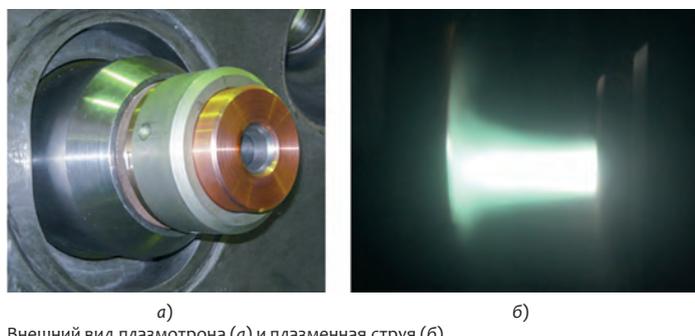
Механизм сбора огарков (а), бункер для сбора порошка (б)

Пост подачи инертного газа в камеру распыления включает баллонную станцию, ресивер, фильтр-циклон, охладитель, блок компрессоров. Смешивание газов происходит в двух параллельно запитанных ресиверах объемом 0,9 м³ каждый. Для исключения негативного воздействия порошка на элементы установки блок фильтрации содержит два циклона, расположенных последовательно друг за другом. Газовый пост, обеспечивающий регулирующую подачу газовой смеси в плазматрон, включает в себя два корпуса компрессоров, ресивер, запорно-

регулирующую арматуру, клапан давления перед плазматроном, манометры для контроля давления, датчик температуры газа.

Механизм сбора огарков представляет собой сварной корпус, герметично соединенный с камерой распыления. В корпусе размещен контейнер для сбора и выгрузки огарков. В контейнере размещается количество огарков равное числу заготовок в кассете загрузочного устройства. Механизма поворота заслонки реализован на базе электромеханического привода.

Пересыпное устройство оснаще-

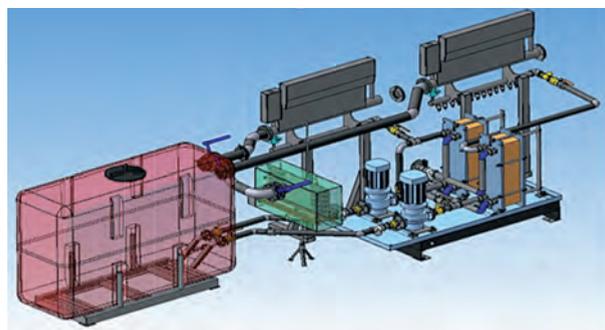


Внешний вид плазмотрона (а) и плазменная струя (б)

ного порошка.

Узел водяного охлаждения, состоящий из двух замкнутых контуров циркуляции деминерализованной воды, обеспечивает охлаждение узлов установки во время проведения ТП. Первый контур охлаждения включает в себя бак с запирающей арматурой и датчиком уровня воды, теплообменники, циркуляционные и подкачивающие насосы, напорно-сливные коллекторы и проточный водонагреватель; второй контур охлаждения – теплообменники.

Энергетический комплекс установки «Гранула-2500» построен на основе плазмотрона изолированного действия и источника питания, которые обеспечивают получение струи низкотемпературной плазмы. Конструкция плазмотрона обеспечивает стабильное горение дуги и отсутствие локальных подплавлений на внутренней поверхности канала сопла, при этом исключается эрозия материала сопла (медь, молибден) и попадание продуктов эрозии в массу получаемого порошка.



Узел водяного охлаждения: а) – 3D-модель, б) – внешний вид



б)

Источник питания «ВПУ-2500М», состоящий из осциллятора, трансформатора, тиристорного выпрямителя, блока пусковой и измерительной аппаратуры и пульта управления, имеет слабовыраженную восходящую вольт-амперную характеристику. Блок управления и контроля обеспечивает стартовый пуск (поджиг), плавное управление его мощностью в рабочем режиме, контроль и поддержание заданных параметров плавки (ток, напряжение), контроль за узлами охлаждения и подачи плазмообразующего газа (расход и температура воды, расход газа).



Пульт системы управления на базе компьютера

Энергопитание к плазматрону, который электрически изолирован от корпуса двери, подводится через гибкие водоохлаждаемые токоподводы. Защитный гибкий сильфон, расположенный на корпусе плазматрона, надежно защищает уплотнения от теплового воздействия. Для удобства работы оператора жесткие токоподводящие шины от источника питания размещены под настилом тележки, а соединение с гибкими токоподводами выполнено под защитным кожухом.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СТРАТА

К числу наиболее наукоемких задач при проектировании ПС относится разработка программно-аппаратных средств системы управления (СУ), представляющей собой особый класс динамических систем, которые отличаются наличием самостоятельных функций и целей управления, высоким уровнем системной организации. На информационной страте рассматривается множество взаимосвязанных подсистем управления, выполняющих самостоятельные и общесистемные функции управления и передачи данных. Элементами информационной страты являются оборудование вычислительных цифровых сетей, промышленные компьютеры (ПК), программируемые логические контроллеры (ПЛК), микропроцессорные и аналоговые устройства.

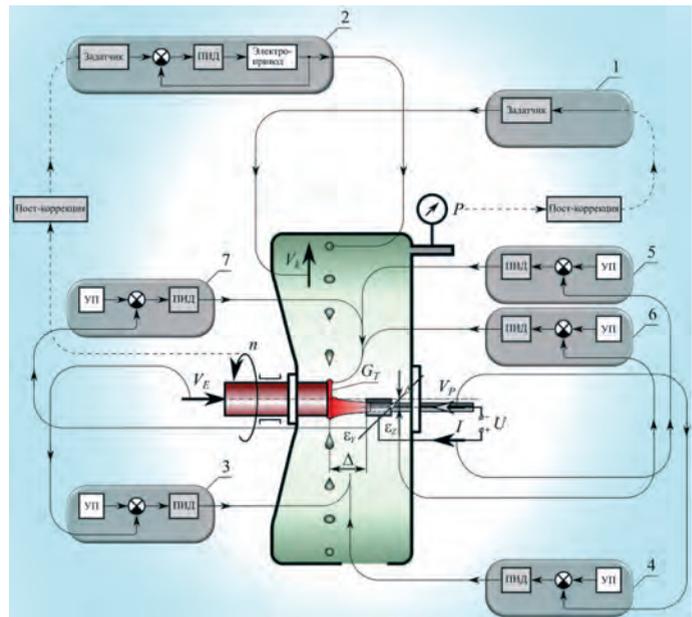
Вычислительный потенциал мульти-

процессорной СУ установки «Гранула-2500», реализованной на базе ПК и ПЛК семейства Direct Logic, обеспечивает интеграцию функций проектирования технологии

в машинном масштабе времени и управления процессом распыления в реальном масштабе времени.

Регулируемые и выходные параметры процесса методом PREP, их назначение, обозначения и взаимное влияние приведены в таблице.

В ходе ТП контур регулирования тока плазмы обеспечивает заданный тепловой баланс в области плавления торца заготовки. При стабильном характере процесса исключается образование наростов на торце заготовки с последующими отрывами ее фрагментов.



Контур регулирования параметров процесса получения порошка методом PREP (УП – управляющая программа, ПИД – пропорционально-интегрально-дифференцирующий регулятор, ОУ – объект управления, 1 – контур регулирования давления, 2 – контур управления частотой вращения заготовки, 3 и 4 – контуры стабилизации зазора, 5 – контур стабилизации плазменной дуги, 6 и 7 – контуры позиционирования плазматрона по осям Y и Z)

Функции СУ определяются через совокупность её внешних взаимодействий:

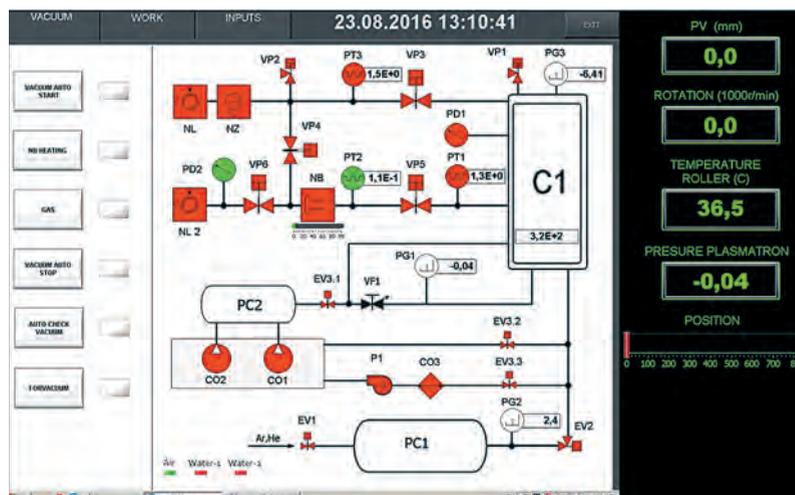
- ▶ управление механизмами перемещения заготовки и плазматрона (геометрическая задача);
- ▶ последовательно-параллельное управление дискретными механизмами, элементами вакуумных станций (логическая задача);
- ▶ взаимосвязанное управление источником питания плазменной дуги и приводами механических перемещений (технологическая задача);
- ▶ организация интерфейса с оператором

Влияние регулируемых параметров процесса на выходные параметры

Номер	Регулируемые входные переменные	Обозначение	Регулирование	Стабилизация	Контролируемые выходные переменные
1	Частота вращения заготовки	n	+	+	Гранулометрический состав частиц d_v
2	Скорость продольной подачи заготовки	V_e	+	-	Зазор Δ между заготовкой и плазматроном
3	Скорость продольной подачи плазматрона	V_p	+	-	
4	Ток дуги	I	+	+	Скорость кристаллизации частиц V_k Поддержание заданной геометрии торца заготовки G_T
5	Рабочее давление в камере распыления	P	+	+	
6	Эксцентриситет плазматрона по оси Y	E_y	+	+	
7	Эксцентриситет плазматрона по оси Z	E_z	+	+	



Человеко-машинный интерфейс рабочего места оператора установки «Гранула-2500»



Окно «Вакуумная станция»

- ром (терминальная задача);
- ▶ идентификация состояния ПС, формирование файлов состояния элементов, файлов событий и аварийных ситуаций (диагностическая задача);
- ▶ документирование параметров ТП получения порошка (архивная задача);
- ▶ математическое моделирование ТП (задача оптимизации);
- ▶ диспетчеризация приведённых выше задач (системная задача).

Программно-аппаратные средства для решения геометрической и технологической задач управления, включающие ПК и ПЛК, реализуют взаимосвязанное управление механическими осями (вращение заготовки – ось А, продольное перемещение заготовки и плазматрона – соответственно оси X_1 и X_2 , поперечное перемещение плазматрона – ось Y, вертикальное перемещение плазматрона – ось Z) и источником питания.

В качестве управляющей компоненты для решения логической задачи выбран ПЛК, представляющий собой управляющую машину реального времени, которая формирует сигналы в соответствии с заданной управляющей программой на исполнительные элементы установки. Управление процессом получения вакуума осуществляется в автоматическом режиме с соблюдением блокировок, гарантирующих безопасную работу установки.

Организация диалога с оператором (терминальная задача) выполняется с помощью человеко-машинного интерфейса. Программное обеспечение компьюте-

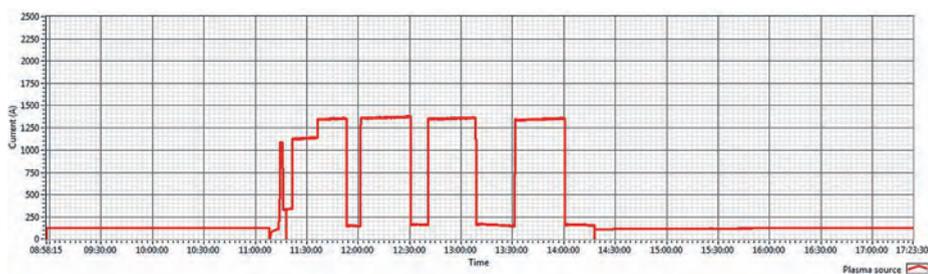


График зависимости тока плазменной дуги от времени

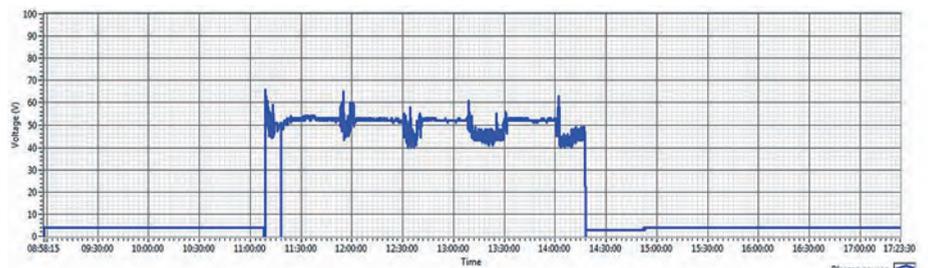


График зависимости напряжения плазменной дуги от времени

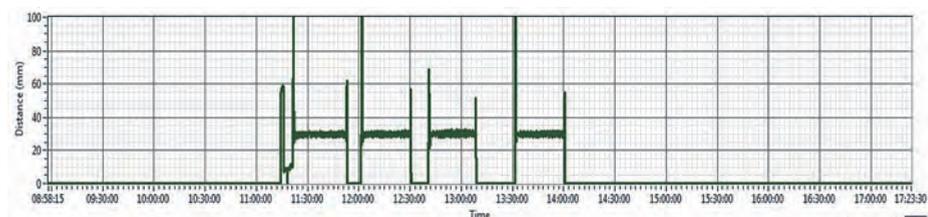


График зависимости зазора между заготовкой и плазматроном от времени

ра обеспечивает удобный многооконный интерфейс «оператор–система».

Для визуального наблюдения за состоянием устройств вакуумной станции используется мнемосхема установки. При возникновении ошибки на мониторе компьютера появляется окно, в котором отображается код ошибки, описание ошибки, рекомендации оператору.

СУ обеспечивает документирование

следующих основных параметров процесса распыления (архивная задача):

- ▶ ток и напряжение плазменной дуги;
- ▶ текущий зазор;
- ▶ скорость продольного перемещения заготовки и плазматрона;
- ▶ частота вращения заготовки;
- ▶ давление в ресивере, на входе в плазматрон, в камере распыления;
- ▶ эксцентриситет оси плазматрона от-

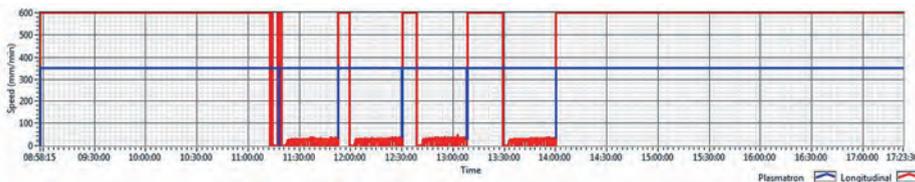


График зависимости скорости перемещения заготовки от времени (диапазон 10–40 мм/мин – рабочие подачи, 600 мм/мин – быстрый отвод заготовки в конце цикла распыления)

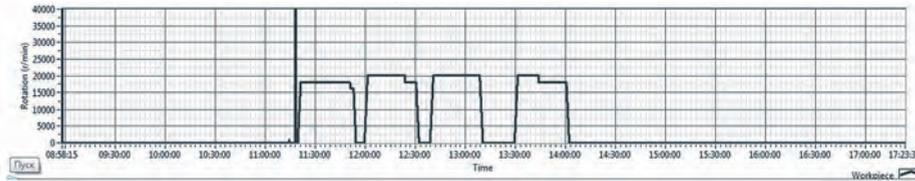


График зависимости частоты вращения заготовки от времени

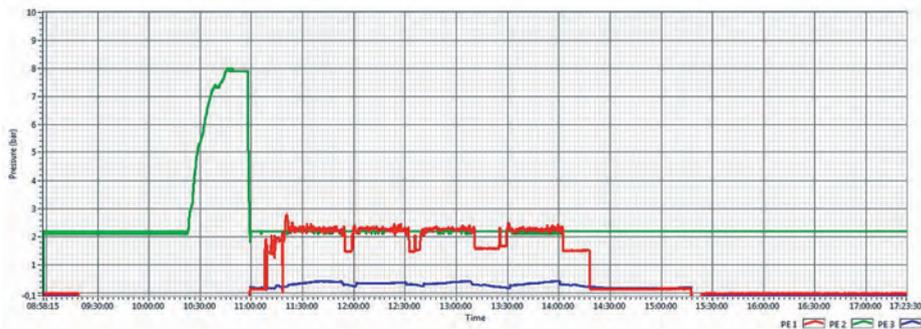


График зависимости давления от времени: в ресивере (зелёный цвет), на входе в плазматрон (красный цвет), в камере распыления (синий цвет)

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ УСТАНОВКИ «ГРАНУЛА-2500» ОБЕСПЕЧИВАЕТ:

ВОЗМОЖНОСТЬ гибкого перехода на производство порошка различного химического состава за счёт использования унифицированных конструктивных решений;

ИСКЛЮЧЕНИЕ влияния субъективных факторов на процесс получения порошка посредством закрепления отлаженного нормативного технологического процесса и возможности блокировки несанкционированного изменения программы;

ШИРОКИЙ диапазон диаметров шаровидного порошка;

СНИЖЕНИЕ времени простоев за счёт увеличения надёжности работы и ускорения обслуживания;

ВЫСОКУЮ точность механических перемещений;

ПОВЫШЕННЫЙ уровень комфортности условий работы оператора-плавильщика за счет интегрирования на рабочем месте органов управления;

АВТОМАТИЧЕСКОЕ управление процессом подготовки вакуума;

КОНТРОЛЬ и документирование параметров ТП;

АВТОНОМНОСТЬ и контроль всех источников энергообеспечения.

носителем оси заготовки.

Решение диагностической задачи управления подразумевает идентификацию состояния ПС, формирование файлов состояния отдельных элементов, файлов событий и аварийных ситуаций, которые имеют важное значение для технического диагностирования основных элементов ПС, анализа внештатных ситуаций, рекомендаций оператору.

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СТРАТА

На измерительной страте рассматриваются средства контроля процесса получения порошка и диагностики оборудования. Элементами измерительной страты, образующими интерфейс между подсистемами технологической и информационной страт, являются видеокamеры, электронные приборы и нормализаторы, фотодатчики положения исполнительных механизмов, расходомеры, датчики давления и воды, преобразователи, различные средства измерительной техники и др. Общее пространство состояний ПС включает векторы переменных ТП и оборудования. Для описания процесса используются действительные, комплексные и логические переменные. Наряду с переменными, доступными для контроля посредством прямых измерений, процесс PREP характеризуется переменными, которые рассчитываются косвенными измерениями.

Одним из параметров, определяющих качество порошка, является зазор Δ между плазматроном и заготовкой, который необходимо поддерживать постоянным во время процесса распыления. Сложность определения зазора заключается в необходимости использования бесконтактного способа измерения, поскольку объект измерения находится в камере распыления. Измеряемое значение зазора является быстроизменяющейся случайной функцией времени, а наибольшую сложность представляет уровень помехи, которая обусловлена наличием плазменной струи, практически скрывающей объект измерения. Кроме того, плазменная струя является очень ярким источником излучения, случайно изменяющим свою форму и яркость. Контуры зазора проявляются под завесой плазменной струи. При этом необходимо выделить изоб-

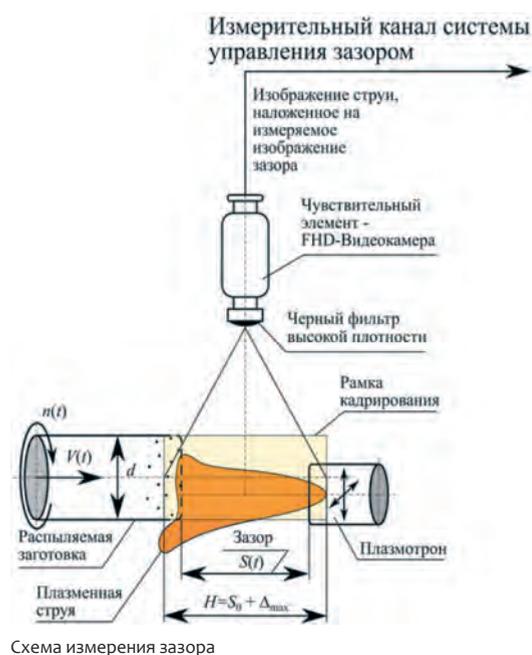
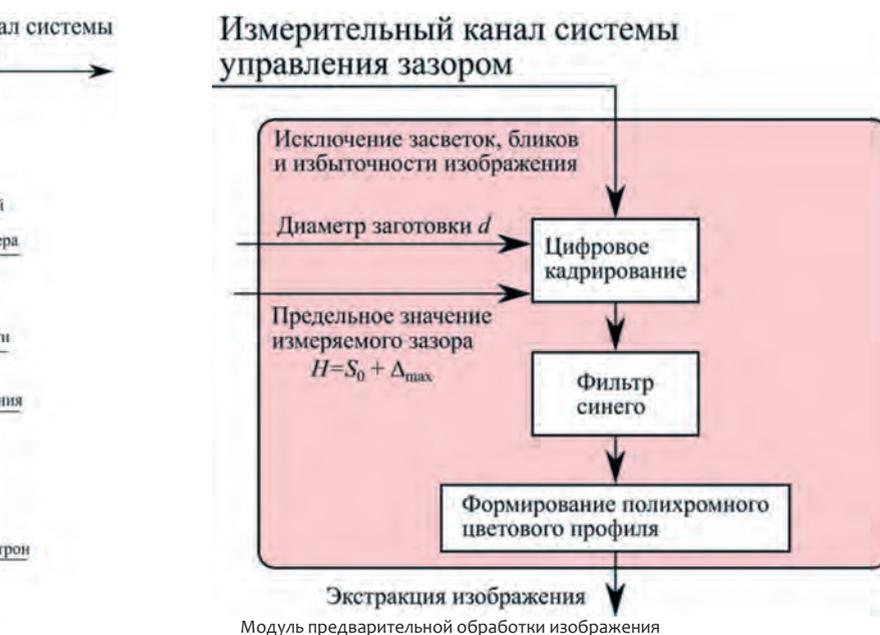


Схема измерения зазора

ражение зазора, отфильтровав завесу плазменной струи, с последующим измерением его геометрического размера методом сравнения с калиброванной измерительной шкалой координатной сетки. В качестве чувствительного элемента измерительного канала используется цифровая цветная FHD-видеокамера с черным светофильтром высокой плотности. Получаемое с помощью видеокамеры цифровое рабочее изображение представляет собой изображение измеряемого зазора Δ с наложенным на него изображением плазменной струи.

Обработка данных от видеокамеры выполняется на ПК. Полученное цифровое изображение подвергается операциям исключения засветок, бликов и избыточности посредством цифрового кадрирования, фильтрации синего и интерактивного формирования полихромного цифрового профиля, последующего преобразования в изображение в градациях серого, бинаризации с заданным порогом, выделения информативной области черно-белого изображения по максимуму плотности пиксельного горизонтального заполнения в продольно-вертикальной плоскости и сравнения со шкалой измерительной калиброванной размерной сетки; минимизацию случайных погрешностей результата измерений посредством накопления выборки измерений с последующей оценкой среднего значения величины зазора и дисперсии.



Модуль предварительной обработки изображения

Алгоритм обработки изображения в измерительном канале состоит из трех программных модулей: исключение засветок, бликов и избыточности изображения; экстракция изображения; процедура измерения. Первоначальная обработка рабочего изображения предполагает цифровое кадрирование, исключающее избыточность обрабатываемого изображения, обусловленную неинформативными периферийными сплохами плазменной струи, засветками и бликами. Высота рамки кадрирования задается равной диаметру расплываемой заготовки. Ширина рамки кадрирования H задается чуть больше предполагаемого истинного значения измеряемого зазора Δ_0 , с некоторым допуском Δ_{max} :

$$H = \Delta_0 + \Delta_{max}$$

для того, чтобы случайная погрешность измерения $\hat{\Delta}(t)$ могла изменяться в процессе измерения в пределах $\Delta_{max} \geq \hat{\Delta}(t) \geq \Delta_{min}$.

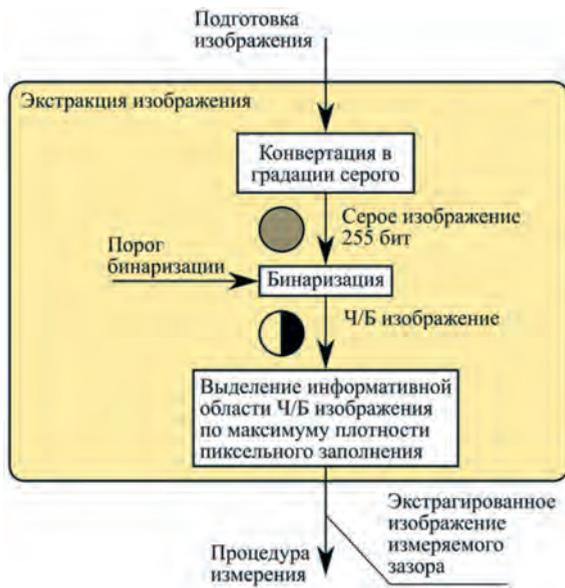
В рамках программного модуля «Исключение засветок, бликов и избыточности изображения» кадрированное изображение подвергается цифровой обработке фильтра синего, после чего в интерактивном режиме оператором производится формирование рабочего полихромного цветового профиля.

Дальнейшие операции экстракции изображения направлены на обеспечение максимального приближения к однозначному результату измерения. Первой операцией в этой последователь-

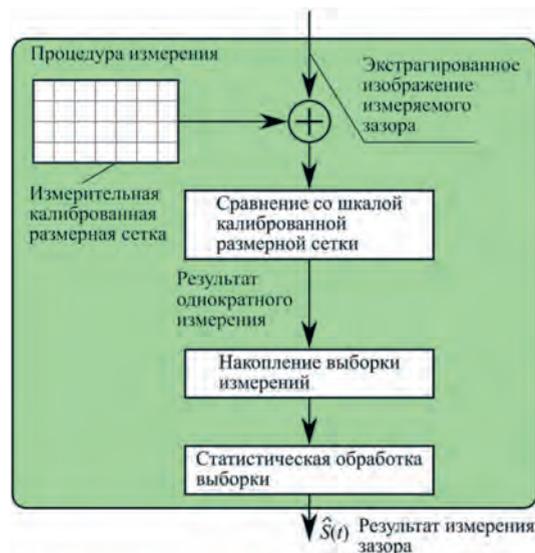
ности является конвертация полихромного изображения, на выходе которой формируется 255-битное изображение в градациях серого. Второй операцией выполняется бинаризация серого изображения с заданным порогом, в результате чего формируется контрастное черно-белое изображение, и программно выделяется информативная область черно-белого изображения по максимуму плотности пиксельного горизонтального заполнения в продольно-вертикальной плоскости.

Далее в рамках процедуры измерения на изображение виртуально накладывается измерительная калиброванная размерная сетка. Результат однократного измерения зазора получается методом сравнения экстрагированного изображения измеряемого зазора со шкалой калиброванной размерной сетки. В завершение производится минимизация случайных погрешностей результата измерений посредством накопления выборки измерений с последующей статистической обработкой выборки: оценкой среднего значения и дисперсии.

Результат измерения зазора получается методом сравнения со шкалой калиброванной размерной сетки путем статистической обработки многократных измерений. Ключевым параметром измерительного канала, определяющим его погрешность, является разрешающая способность FHD-видеокамеры как чув-



Модуль экстракции изображения зазора



Процедура измерения зазора

твительного элемента измерительной схемы.

Электронно-оптические средства позволяют контролировать важные параметры процесса получения порошка. Управление процессом PREP включает реализацию адаптивных алгоритмов управления с использованием программно-аппаратных средств видеонаблюдения.

АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ СТРАТА

На алгоритмическом уровне рассматриваются алгоритмы управления, математические модели (ММ), технологические карты процесса. Элементами данной страты являются алгоритмы управления, записанные в виде программ на алгоритмических языках в памяти микропроцессорных устройств. Исследование процесса получения порошка методом PREP основано на выявлении тех моментов, которые могут быть использованы для управления свойствами порошка: изучении различных явлений сложной физической природы, протекающих при плазменном распылении быстровращающейся заготовки. Несмотря на то, что теория движения двухфазных сред, аэродинамика и теплообмен частиц с газовым потоком, взаимодействие частиц с преградой, достаточно хорошо изучены и имеют богатую теоретическую и экспериментальную базу, задача математического моделирования процесса получения порошка, в силу своей сложности и многодисциплинарности, требует доработки теоретических положений, создания базы данных для характеристик газов и материалов, средств практического моделирования процессов, поиска оптимальных проектных решений специализированного оборудования и параметров ТП.

Разработка ММ процесса получения порошка основана как на имеющихся теоретических и экспериментальных положениях механики двухфазных сред, так и на новых разработках и экспериментальных данных. Выделяют два направления проектирования ММ:

- ▶ на основе баз данных и знаний, включающих в себя результаты многочисленных исследований;
- ▶ на базе математического аппарата гидромеханики, механики деформации твердых тел, методов моделирования, исследования операций.

Математической базой первого, вероятностно-статистического метода, являются положения теории вероятностей и математическая статистика.

Второе направление базируется на математическом описании процесса получения порошка методом PREP. Математическое моделирование процесса получения порошка основывается на тщательном изучении физики гидрогазодинамических, тепло- и массообменных процессов; и предполагает построение семейства ММ, соответствующих различным физическим процессам.

В качестве прикладного инструмента для численного моделирования процесса получения порошка используются пакеты инженерных расчётов (Computer-Aided Engineering, CAE), включая анализ конечных элементов (Finite Element Analysis, FEA), динамику многотельных систем (Multi-Body Dynamics, MBD), вычислительную гидродинамику (Computational Fluid Dynamics, CFD), взаимодействие жидкости (газа) с конструкцией (Fluid-Structure Interaction, FSI), электромагнитный анализ (Electro-Magnetic Analysis, EMA), автоматизированную оптимизацию (Computer-Aided Optimization, CAO). К числу пакетов, ориентированных на решение многодисциплинарных задач, относятся универсальные пакеты ANSYS CFX, ANSYS Fluent, LS-DYNA и другие.

Математическое описание процесса формирования плазменной струи и её истечения из сопла плазматрона подразумевает задание тока дуги, давления и расхода плазмообразующего газа, теплофизических параметров среды, геометрических параметров сопла плазматрона. Выходными параметрами этой модели являются локальные и интегральные характеристики генерируемого плазматроном плазменного потока (пространственные распределения скорости и температуры плазменной струи, напряжение дуги, распределение напряженности электрического поля).

При разработке ММ плазменной струи обычно предполагается, что плазматрон и формируемая им струя обладают цилиндрической симметрией, а протекающие процессы являются стационарными; плазма находится в состоянии локального термодинамического равновесия. Результат моделирования – распределение температуры в плазменной струе – представлен на рисунке. Исследование выполнено в среде универсального пакета ANSYS.

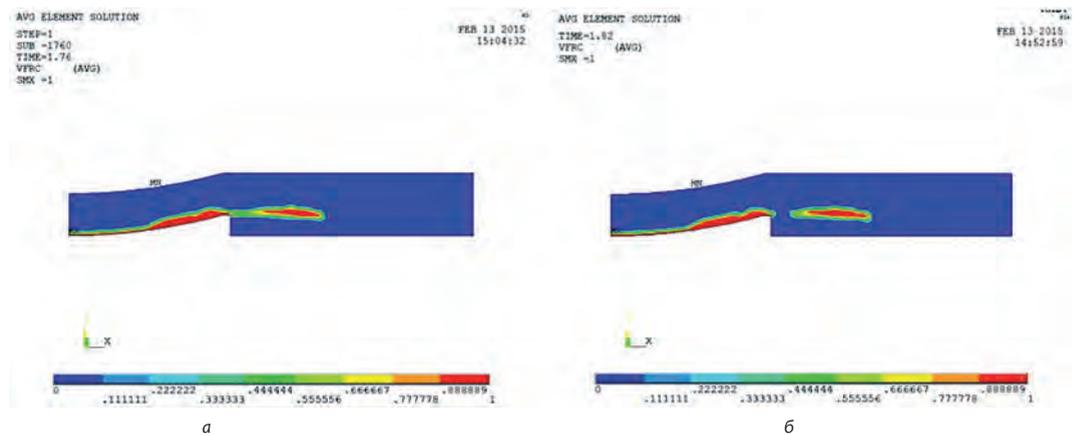
тепловое состояние заготовки определяется совокупностью ряда физических процессов: конвективно-кондуктивным теплообменом плазменного потока и окружающего газа с торцевой поверхностью заготовки, обменом энергией теплового излучения между плазмой и поверхностью заготовки. Задача определения температурного поля в заготовке сводится к решению уравнения теплопроводности.

При моделировании процесса формирования и отрыва капель расплавленного металла от торца заготовки входными данными служат выходные данные моделей, описывающих предыдущие стадии процесса, в частности, пространственные распределения скорости и температуры струи плазмы, положение расплавленного торца заготовки в струе, толщина жидкой пленки.

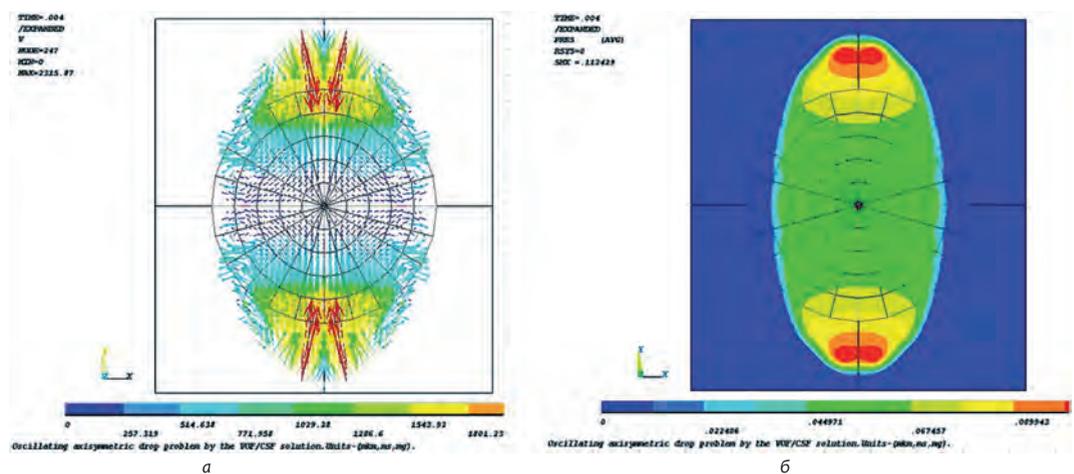
Результаты моделирования процесса отрыва капли от венца вращающейся заготовки в среде ANSYS представлены на рисунке (скорость вращения заготовки – 20000 об/мин, материал частицы – титан). Вследствие пульсаций давления в объеме частицы, происходит перемещение жидкого металла в ней с высокой частотой, после которых частица в итоге приобретает форму, близкую к шаровидной.

Поля скорости и давления частицы из титана в различные моменты времени после отрыва капли от венца заготовки приведены на схемах (единицы измерения скорости – мкм/мс, единицы измерения давления – мг/мкм/мс²).

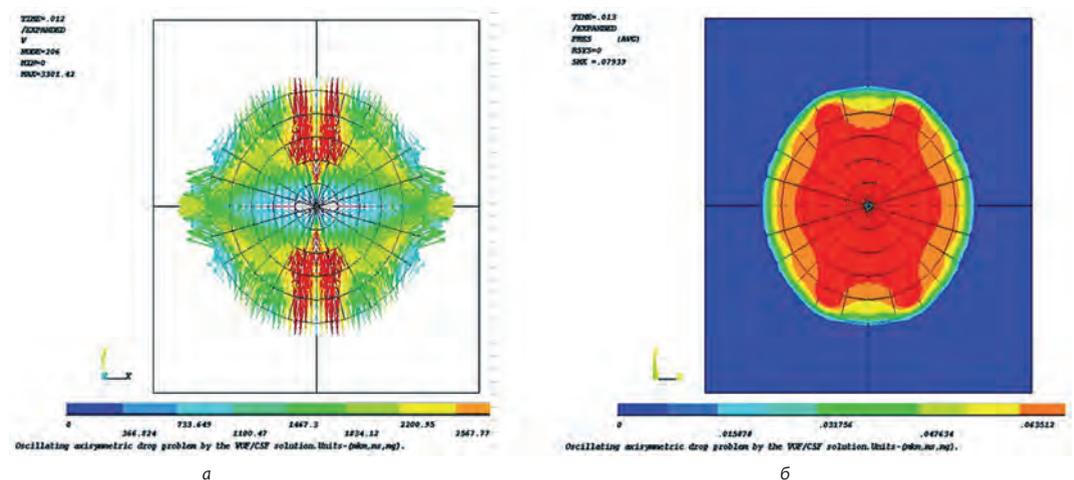
Поле давления частицы на схеме ниже рассчитано в программной среде



Моделирование процесса отрыва капли от венца заготовки в разные (а, б) моменты времени



Распределения поля скорости (а) и поля давления (б) движения жидкого металла в момент времени $t = 0,004$ мс

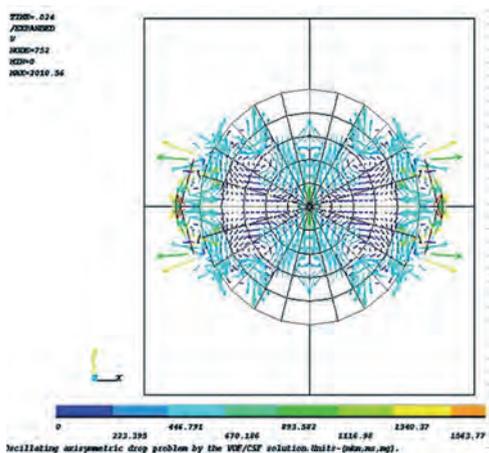


Распределения поля скорости (а) и поля давления (б) движения жидкого металла в момент времени $t = 0,012$ мс

ANSYS CFX в момент времени $t = 0,12$ с. Давление в центральной области частицы составляет $\Delta p = 0,066$ мг/мкм/мс² = $6,6 \cdot 10^4$ Па.

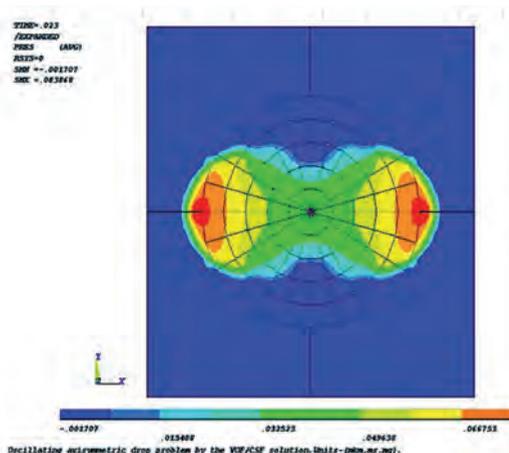
В общем виде задача теплового и динамического взаимодействия частицы с охлаждающей средой сводится к реше-

нию уравнений газовой динамики, описывающих полет частицы. Сложность задачи определяется не столько нелинейной зависимостью теплофизических свойств газовой среды и материала частицы от температуры, сколько необходимостью совместного решения системы диффе-

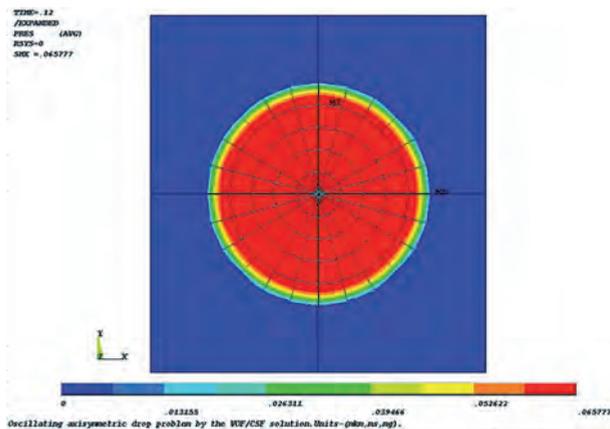


а

Распределения поля скорости (а) и поля давления (б) движения жидкого металла в момент времени $t = 0,024$ мс



б



Поле давления P [мг/мкм/м²] частицы в момент времени $t = 0,12$ мс

ренциальных уравнений, описывающих аэродинамические и термодинамические процессы. Тепловое воздействие частицы

на газовую среду определяет ее термодинамическое состояние, которое, в свою очередь, влияет на механическое (сопротивление среды полету), а скорость полета частицы – на тепловое (конвективное) взаимодействие.

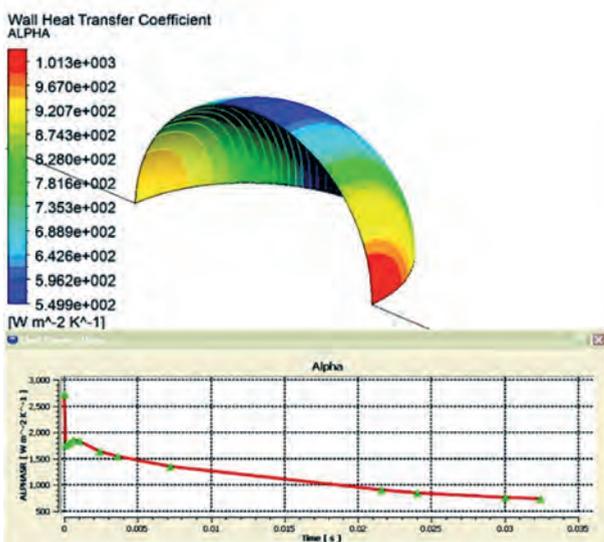
Для повышения точности расчетов необходимо учитывать зависимость коэффициента сопротивления от скорости полета частицы и температуры, а также зависимость коэффициента теплоотдачи от скорости полета частицы. Из рисунка видно, что коэффициент теплоотдачи при охлаждении

частицы в среде гелия в два раза больше, чем в аргоне. Исходя из этого, можно сделать вывод, что охлаждение в среде гелия является более эффективным.

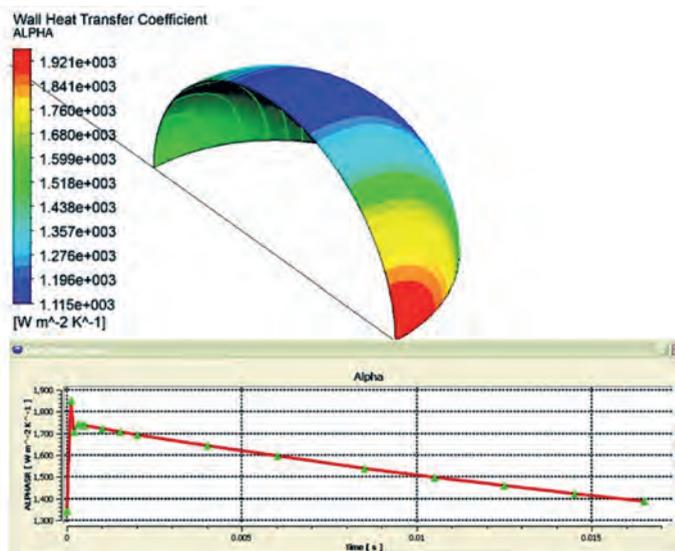
Зависимость изменения температуры частицы T [°C] от времени t [с] с учетом фазового перехода приведена ниже. Выделение стадии кристаллизации, которая четко представлена на рисунке, обеспечивается увеличением точек экстраполяции для теплоемкости материала

частицы. Время кристаллизации в среде (% масс.) 10 % гелия и 90 % аргона составляет 0,035 с (скорость кристаллизации $V_{кр} = 2,8 \cdot 10^3$ °C/с), а в среде 90 % гелия и 10 % аргона – 0,01 с (скорость кристаллизации $V_{кр} = 1 \cdot 10^4$ °C/с).

При моделировании процесса PREP необходимо знать зависимости теплофизических свойств гелия и аргона при температурах, близких к температуре расплава материала заготовки. Аналитические зависимости, полученные с применением метода наименьших квадратов, позволяют прогнозировать теплофизические свойства охлаждающей инертной среды и материала частицы в диапазоне температур от 20 до 2000 °C [15]. Учёт влияния нелинейности теплофизических параметров от темпера-

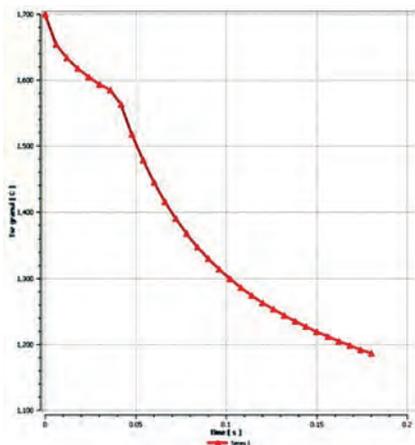


а

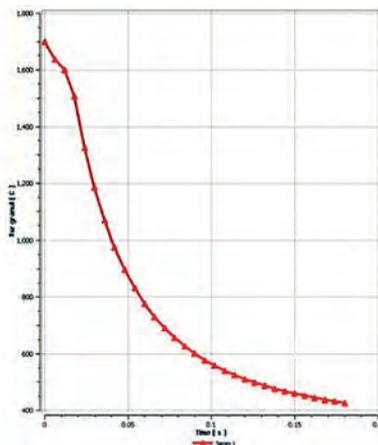


б

Зависимости коэффициента теплоотдачи α_0 [Вт/(м²·К)] от времени t [с] полета частицы в среде аргона (а) и в среде гелия (б)

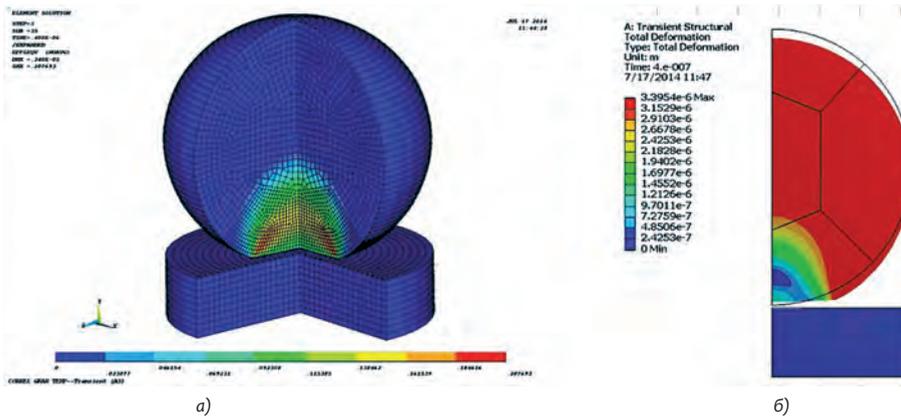


а)



б)

Зависимость изменения температуры частицы T [°C] от времени t [с]: а – в среде 10 % гелия и 90 % аргона, б – в среде 90 % гелия и 10 % аргона (состав газовой среды – в масс. %)



а)

б)

Распределение пластических деформаций в частице (а) и общая деформация частицы после столкновения со стенкой камеры распыления (б) (среда моделирования – ANSYS)

туры повышает точность расчетов при моделировании процесса получения порошка методом PREP.

Модель взаимодействия частиц с корпусом камеры является одной из наиболее сложных для математического описания и реализации, в качестве входных параметров которой служат скорость и температура частиц в момент соударения со стенкой корпуса, форма и размеры камеры, температура стенки и свойства ее материала. К выходным параметрам данной модели относятся пространственно-временное распределение напряжений и деформаций в контактной зоне. Деформации частицы при ударе частицы о стенку в материале зависят от температуры и скорости частицы в момент ее столкновения со стенкой камеры ниже представлены визуально.

Моделирование напряженно-деформированного состояния частицы и

стенки камеры в области их взаимодействия представляет собой эффективный инструмент для исследования процесса получения порошка методом PREP, позволяющий прогнозировать качество порошка.

Построение прикладных моделей в среде программного пакета ANSYS CFX позволяет исследовать множество вариантов различных решений как специализированного оборудования, так и режимов распыления, из которых в дальнейшем на базе аппарата векторной оптимизации выбирается наиболее эффективный. Таким образом, алгоритмический уровень объединяет множество правил и законов управления, которые могут быть записаны на какой-либо носитель информации. В то же время, правила и законы управления не могут быть реализованы без остальных, имеющих физическое воплощение уровней иерархической структуры ПС.

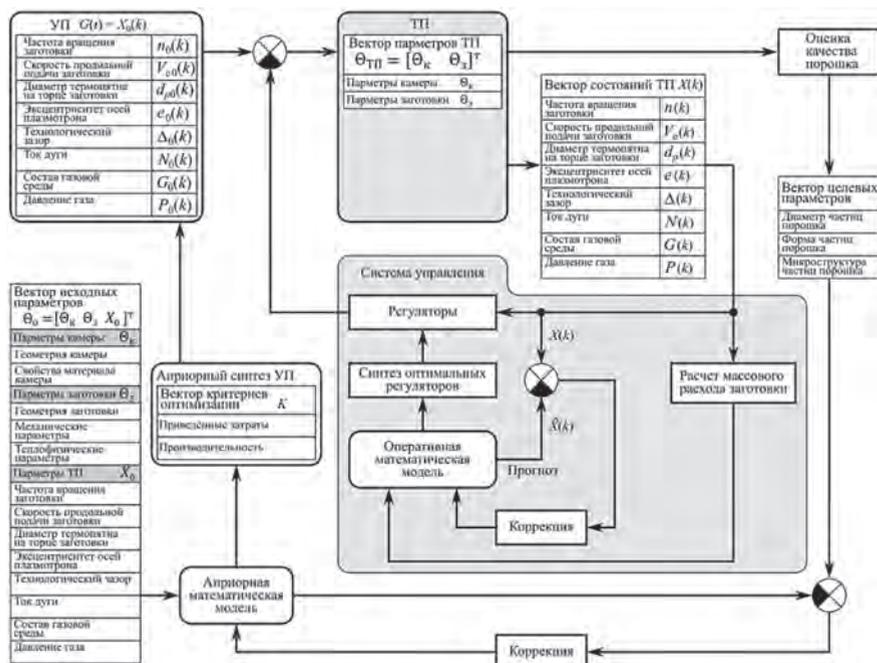
СИСТЕМНАЯ СТРАТА

Системная страта определяет структурную организацию ПС и является основой, на котором строятся все иерархические уровни ПС с входящими в их состав стратами. На системной страте рассматриваются задачи оценки качества моделей на нижестоящих уровнях с учётом основных структурных и параметрических характеристик, общие комплексные вопросы, определяется методика оптимизации параметров процесса на базе векторного критерия. На данной страте исследуются вопросы влияния технологических параметров на качество порошка, анализируются технические и экономические показатели, задаются проектные ограничения.

Процесс получения порошка методом PREP характеризуется совокупностью рассчитываемых параметров, которые являются функциями искомого параметров, и составляют вектор прогнозируемых параметров (диаметр частицы, скорость кристаллизации, скорость охлаждения частицы, температурное поле и др.). Данные параметры рассчитываются на основе ММ процесса получения порошка с учетом фазовых переходов. Оптимальные значения искомого параметров рассчитываются с учётом вектора критериев оптимизации K , компоненты которого являются функциями исходных, рассчитываемых и искомого параметров. В качестве критериев векторной оптимизации процесса можно выбрать следующие экономические и технологические показатели: K_1 – приведённые затраты, K_2 – производительность процесса, K_3 – механические и теплофизические свойства порошка.

Показателем качества порошка может быть его структура, однородность химического состава, уровень остаточных напряжений, пористость и другое. Оценить влияние конструкционного или технологического параметра на определённое свойство порошка является достаточно сложной задачей. Её решение основывается не только на теоретических, но и экспериментальных исследованиях процесса получения порошка.

Определения формы частиц осуществляется по ГОСТ 25849, в котором описывается микроскопический метод определения формы частиц. Метод ос-



Механизм расчета оптимальных параметров процесса порошка методом PREP



Классификация физических, химических и технологических свойств порошка

нован на определении размеров проекции частицы под микроскопом и последующим вычислении фактора формы. Для описания формы частиц используют факторы формы, представляющие собой отношения максимального линейного размера проекции частицы к её минимальному размеру. Сферичной считается частица, которая имеет фактор формы, лежащий в интервале значений от 1 до 1,2.

Насыпная плотность и текучесть порошков определяются с помощью калиброванной воронки по ГОСТ 19440-94 (насыпная плотность) и ГОСТ 20899-98 (текучесть). Насыпная плотность определяется плотностью материала порошка, размером и формой его частиц, плотностью их укладки и состоянием их поверхности. Более высокую насыпную плотность обеспечивают сферические частицы.

На установке типа «Гранула 2500» были получены порошки из жаропрочных сплавов на никелевой основе марок ЭП741НП, ЭП962П, ЭИ698П, ЭП962НП, ЭП975П, Inconel 625М, титановые сплавы, интерметаллиды TiAl.

Средний размер частиц, а также графика распределения по размерам металлических порошков на основе сплавов никеля и титана определялись с помощью лазерного дифракционного анализатора гранулометрического состава. Физичес-

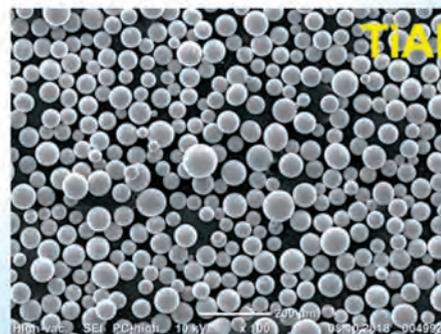
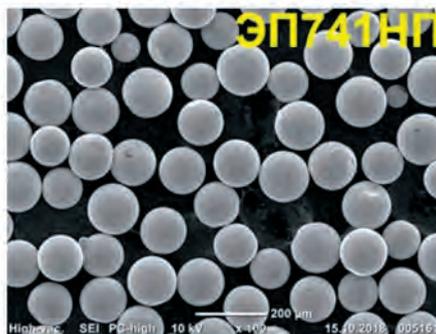
кий принцип прибора заключается в том, что лазерный свет при обнаружении частиц (пыль, суспензии и т.д.) отклоняется от своего исходного направления и рассеивается под определёнными углами, которые определяются размером и оптическими свойствами частиц. Рассеянный свет собирается с помощью, так называемой линзы Фурье, а зависящее от угла рас-

пределение интенсивности рассеянного света измеряется датчиком в пределах фокальной плоскости линзы. Используя полученный таким образом спектр Фурье, распределение размеров частиц рассчитывается, в своём роде, обратным процессом с помощью инверсии.

Результат гранулометрического состава частиц из сплава IN718 показан на рисунке, где представлены интегральная и дифференциальная кривые процентного содержания частиц в процентах.

Определение диаметра порошка из титанового сплава ВТ6 проводилось на микроскопе ZUGO New View 7300).

Для анализа морфологии порошка выполнено компьютерное выравнивание порошка.



Внешний вид порошка сплавов на основе титана, никеля и интерметаллидов: ВТ6С (а), IN718 (б), ЭП741НП (в), TiAl (г) (фотографии выполнены на электронном микроскопе)

Результаты распыления заготовки диаметром 55 мм из титанового сплава BT-6 при частоте вращения заготовки – 30000 об/мин представлены на графике.

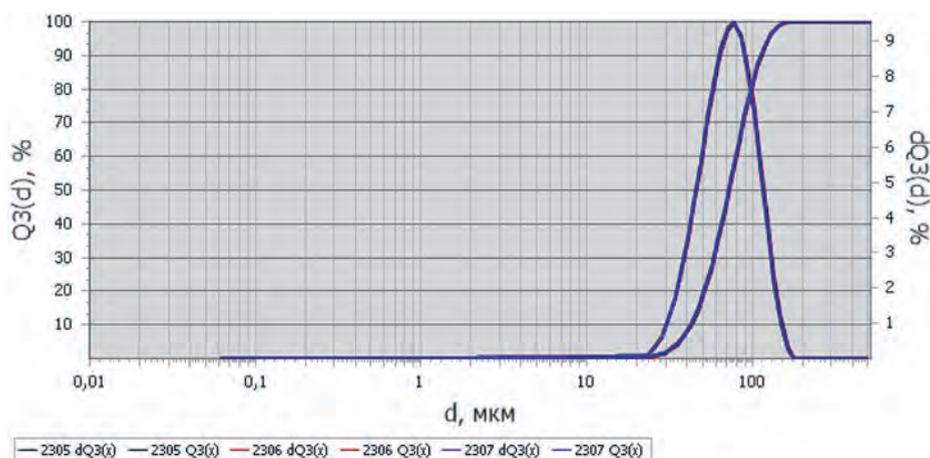
На установке «Гранула-2500» в результате распыления заготовки диаметром 80 мм из сплава ЭП741НП при частоте вращения заготовки 24000 об/мин было получено 60 кг порошка, из которого была отобрана проба в соответствии с ГОСТ 23148 массой 0,5 кг для проведения исследований. С полученным порошком был проведен качественный анализ внешнего вида и геометрической формы частиц с использованием оптического стереомикроскопа SZX16, растрового электронного микроскопа Hitachi 8010. Полученные частицы имеют однородный серый цвет, в основной массе правильную сферическую форму, при этом отсутствуют окисленные частицы и инородные металлические включения. Строение порошка – плотное, пористость отсутствует.

Оценка гранулометрического состава порошка из сплава ЭП741НП выполнена методом дифракции лазерного излучения по ГОСТ Р 8 777 на установке Mastersizer 3000. Порошок после распыления соответствует фракции 20-100 мкм. Распределение частиц по размерам – гауссовское. Средний размер частиц составляет 45 мкм при частоте вращения заготовки 24000 об/мин.

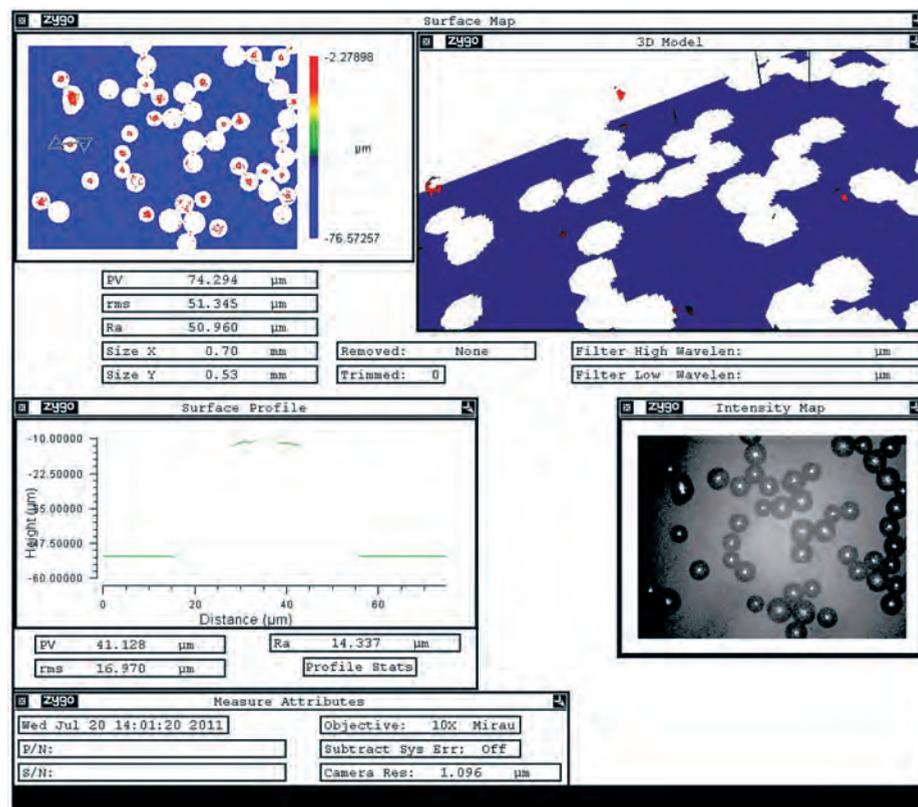
Установка «Гранула-2500» позволяет также получать чистые по примесям порошки молибдена и редкоземельных металлов. На рисунке представлен порошок молибдена, полученный методом PREP в АО «Композит».

Несмотря на богатую теоретическую и экспериментальную историю технология PREP предполагает дальнейшую разработку теоретических положений, поиск оптимальных проектных решений и режимов обработки. Системный уровень подобно кровеносной системе биологического организма обеспечивает коммуникационные процессы всех разнородных страт производственной системы получения порошка для достижения главной задачи: получение порошка с заданными свойствами.

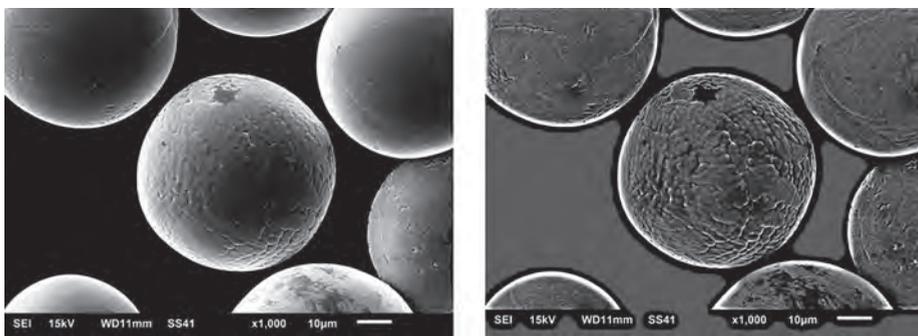
Особенностью этапа развития производства порошка является усиление взаимодействия компонентов алгорит-



Металлический порошок IN718, Q3(d), dQ3(d) – интегральная и дифференциальная кривые процентного содержания частиц в процентах; d – размер частиц в микронах



Методика измерения размеров порошка из сплава BT6, полученного методом PREP, с использованием микроскопа ZUGO New View 7300



а)

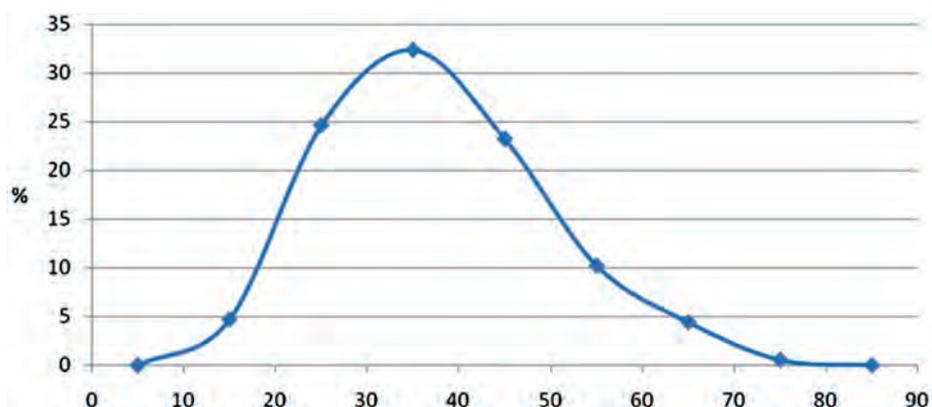
б)

Изображение порошка сплава BT6, полученного методом PREP (а); компьютерное выравнивание частиц порошка (б)

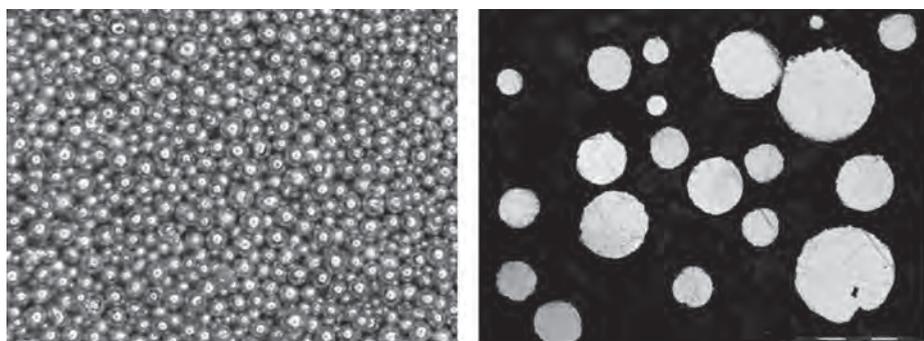
мической, информационной, системной и измерительной страт. Расширение и дополнение функций связано с использованием математических и алгоритмических основ искусственного интеллекта, который охватывает часть алгоритмической страты и предназначен для решения задач интеллектуального оперативного управления на основе общего контроля качества порошка, принятия решений в процессе наладки и эксплуатации ПС.

Для планирования ТП и прогнозирования свойств порошка необходимы высокоточные модели. Серьезные сложности в разработке таких моделей связаны с изменчивостью условий проведения ТП. Одним из подходов к решению этой задачи является оснащение установки различными датчиками и интеллектуальными системами управления, что требует разработки методов упреждающего управления.

Программа создания и развития на территории России современного производства порошков различных металлов и сплавов – стратегическая задача развития страны, призванная обеспечить экономическую безопасность и независимость по данному направлению от использования зарубежных технологий и специализированного оборудования. Для дальнейшего развития порошковой металлургии необходимо усовершенствование существующих и развитие новых методов получения порошка, разработка нового высокотехнологичного оборудования, оснащённого мультипроцессорными системами управления. Приведенная иерархическая абстракция, состоящая из технологической, инструментальной, измерительной, информационной, алгоритмической, системной страт позволяет достаточно полно раскрыть содержание производственной системы получения порошка, которая характеризуется последовательным вертикальным расположением подсистем, приоритетом действий подсистем верхнего уровня, зависимостью действий подсистем верхнего уровня от фактического исполнения нижними уровнями своих функций.



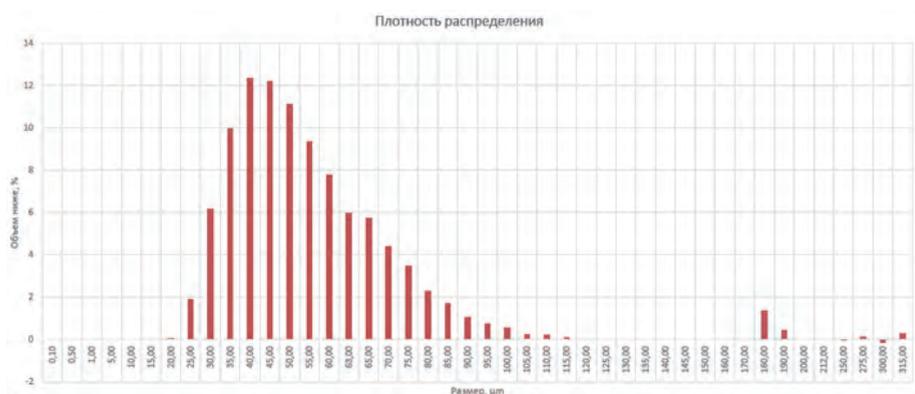
Распределение по размеру частиц после распыления заготовки из жаропрочного никелевого сплава (минимальный размер – 10 мкм, максимальный размер – 68 мкм, средний размер – 32 мкм)



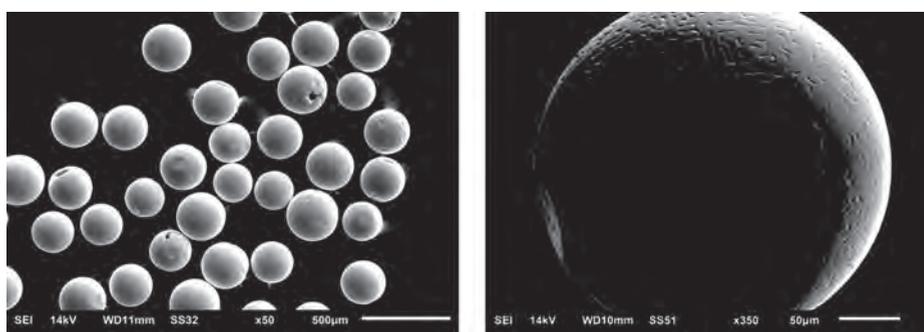
а)

б)

Порошок жаропрочного никелевого сплава ЭП741НП: а) – внешний вид, х15; б) – поперечное сечение, х500



Распределение порошка из сплава ЭП741НП по размеру



а)

б)

Порошок молибдена, полученный методом распыления вращающейся заготовки: а – общий вид частиц, б – форма и поверхность одной частицы



УЧИТЬСЯ НОВОМУ

Сегодня предприятия в нашей отрасли, сохранившие в своем составе научно-конструкторские отделы, можно пересчитать по пальцам. «Электромеханика» – одно из них. Можно сказать, что у нее даже два таких отдела – вторым является КБСО (конструкторское бюро специального оборудования), занимающееся отдельным направлением внутри предприятия. А первым и главным для основной деятельности – научно-технический центр, или НТЦ «Электромеханика», где трудятся около сорока человек

НТЦ – это «мозг» предприятия, это опытно-конструкторский отдел с расширенным функционалом. Именно здесь рождаются уникальные установки: сначала в виде продиктованной техзаданием заказчика идеи, затем в виде проекта и эскиза в бумажном и электронном виде, а потом уже в производстве – в металле, который творчески и научно одаренные люди научились превращать в сложнейшее высокотехнологичное оборудование. По всему производимому «Электромеханикой» оборудованию НТЦ создает комплект конструкторской и иной сопроводительной документации и далее ведет это оборудование до и после передачи заказчику.

Руководит НТЦ Юрий Морозов.

Сам Юрий Викторович на нашем предприятии работает менее семи лет – пришел сразу на эту должность с другого ржевского завода – экспериментального ремонтно-механического (ЭРМЗ). Вначале разово консультировал коллег с «электромеха» по вопросам промышленного программирования, а затем принял приглашение генерального директора и оставил прежнее место работы.

– Нравится работать со сложнейшими и несерийными изделиями, каждое

из которых уникально в своем роде, – говорит Морозов. – Но и непросто здесь, очень большая загрузка сейчас на предприятии – заказы расписаны до 2025 года включительно.

После окончания школы в родном Ржеве Юрий Морозов поступил учиться в «СТАНКИН». В те годы наибольший конкурс, куда сложнее было поступить, был на IT-специальности, а на кафедру обработки металлов давлением пройти было проще. А после окончания вернулся на родину. Вначале шесть лет трудился в отделе главного технолога на «ЭЛТре», занимающейся выпуском серийного оборудования для автомобилей и спецтранспорта, затем почти двадцать – на ЭРМЗ. Завод был многопрофильным: производил автоспецтехнику и устройства различного назначения, от коммунального до очень востребованного в столице, где рекордными темпами возводились многоэтажки, строительного. Были и заказы «морского регистра», и для пограничных войск. Поэтому о том, что такое установки для работы под давлением, как сконструировать и заставить работать систему управления сложнейшими механизмами, Морозов был хорошо осведомлен.

– Но несмотря на это, первые годы

на «Электромеханике» я многому учился, – признается он. – Моей задачей было организовать процесс успешной работы НТЦ над каждой из многочисленных уникальных установок, что я и делал. И впитывал знания от старших коллег, благо было у кого учиться...

Очень жаль, что старшее поколение конструкторов уходит, признается он. Еще много знаний нужно передавать молодым, потому что они приходят из вузов и техникумов совершенно неподготовленными – учить приходится на месте.

– Моему поколению повезло: нас учили советские преподаватели, по своим наработкам, материалам, планам, составленным в прежние годы. А потом все это переформатировали, попытались внедрить новое, а что оно нежизнеспособно, поняли не сразу – и получился провал в образовании. И в высшем, и в средне-специальном. Кто-то наверху решил, что молодые люди должны искать знания самостоятельно, а педагоги – только их курировать. Образовательная услуга, так сказать... А того, что мотивации у молодых к этому в сегодняшней стране нет – не учили, – рассуждает Юрий Викторович. – В итоге что мы имеем, например, у себя? Огромная нагрузка лежит на спе-

циалистах 35-45 лет: старшие уже ушли, а молодые не пришли. Вроде бы сейчас есть подвижки к возвращению «старой школы» профобучения, но когда это еще заработает и заработает ли...

А объем работ у НТЦ действительно очень большой. По сложности таким он является всегда, ведь установки, которые «Электромеханика» делает под требования заказчика, уникальные, несерийные (в этом наша специфика). А сегодня сложность помножилась на количество заказов. Причём часто случается так, заказчик меняет ТЗ, когда работа уже идет.

В конце прошлого года изготовили и запустили оборудование для литейно-плавильного комплекса на двигателестроительном предприятии в Рыбинске: в дополнение к изготовлению высокотемпературной литейной печи «Электромеханика» адаптировала для работы в горячей зоне до 500 °С робот-манипулятор.

Для Северодвинска («СевМаш») сделали вертикальную вакуумную шахтную печь (СШВГ-1200) Интересным и очень сложным стал проект по изготовлению установки для локальной электронно-лучевой сварки в вакууме для Государственной корпорации «Роскосмос».

– Наши заказчики обратились к нам с техзаданием сделать проект установки, которая позволит производить такую сварку в локальных камерах. Детали, с которыми работает предприятие, имеют большие габариты. Имеющаяся установка требует очень долгой подготовки к работе за счет откачки воздуха из огромной камеры, и поэтому мы работаем над тем, чтобы такие процессы стали доступны без временных потерь. Это оборудование получается сложнейшим, с многоступенчатой системой управления, – рассказывает начальник НТЦ. Еще один интересный проект, о котором он рассказывает с

удовольствием и гордостью – это НИОКР для изготовления установки для выращивания изделий из металлических порошков... А уже два года руководитель НТЦ лично ведёт один из нестандартных и важных заказов предприятия – комплекс для дробеструйного формования и упрочнения поверхностей деталей самолетов.

Постоянно постигать новое и учиться – один из законов жизни, тренировка для работоспособности мозга. На нашем предприятии предпосылок к этому искать не нужно, вне зависимости от того, какую должность занимает человек, рядовую или руководящую, специализация предприятия располагает к получению новых знаний. Юрий Морозов – один из тех людей, которые учатся новому постоянно, и что немаловажно, считает, что не знать – не стыдно, стыдно не хотеть что-то знать. Он хочет, учится и узнает. Когда под твоим началом – «мозг» предприятия, по-другому нельзя.



ПРОЕКТНЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ

Владимира ГАВРИЛОВА

Наш сегодняшний герой на лавры полководца, конечно же, не претендует. Но его извилистый трудовой путь говорит о том, что Владимир Гаврилов умеет вот так прийти, увидеть и – нет, не победить, но возглавить. Сегодняшним реалиям это отвечает больше, чем победить...

Впервые на завод «Электромеханика» Владимир пришел работать еще юношей. Здесь трудился электромонтажником его отец, в отделе снабжения – бабушка. Поэтому получая специальность мастера общестроительных работ, молодой человек попробовал работать слесарем-механосборщиком.

Пришел, увидел, победил: так переводится с латыни «Veni, vidi, vici» крылатое выражение, девиз Юлия Цезаря. Каждый из нас, обычных людей, имеет совершенно разные способности и умение правильно оценить обстановку и начать действовать, тоже в меру своей совершенно разной активности. И результат тоже получается разный

Но когда получил водительские права – с завода ушел.

Тогда как раз в Тверской области набирала обороты крупная торговая сеть, открывая свои филиалы во всех районах. Вот туда и пошел молодой человек водителем. Но очень скоро его обязанности расширились.

– Я стал системным администратором и начальником отдела продаж, – поясняет Владимир. И отрицательно отвечает на вопрос о том, учился ли отдельно программированию, – нет, все там же, на предприятии постигал. И 1С устанавливал, и систему маркировки алкогольной продукции вводил. А затем стал заместителем директора филиала. Когда компания стала уходить с рынка из-за внутренних проблем, уволился и пошел на другую работу.

Другую работу, сказал Владимир, и мы с вами подумали – наверное, руководящую, и в торговых сетях. Ан нет.

Рядовым приемщиком в компанию по заготовке, переработке и реализации лома и отходов черных металлов. И, как вы понимаете, ненадолго. Быстро освоил навыки, разобрался в процессах, получил новые компетенции и обязанности, прошел обучение дополнительной профессии дозиметриста, изучил специфику логистику перевозок, в том числе железнодорожных... И через какое-то время возглавил филиал и этой компании!

А когда ему предложили поменять работу и он согласился, вмешался случай, и не самый приятный. ДТП, кома, почти год на больничном... Тогда-то, восстановившись, Владимир и пришел снова на завод «Электромеханика». В обычный цех, обычным слесарем-трансформаторщиком, потому, что нужно было с чего-то начинать. По сути, начинать с нуля.

И Гаврилов снова освоил профессию! После слесаря стал сборщиком трансформаторов, и как-то так получилось, что именно Владимир стал сначала выезжать в составе бригад наладчиков на объекты к заказчикам, а потом и руководить работами по введению в эксплуатацию сложнейших установок, которые ПАО «Электромеханика» производит или модернизирует по техзада-

нию заказчика.

Причем был (и порой одновременно) и слесарем, и монтажником, и старшим группы.

Когда наш завод занимался модернизацией сложнейшей вакуумной печи УВН 45-180/8,5 и установки для старения деталей из алюминиевых сплавов ПЭС-30 для Казанского авиационного завода им. Горбунова, Владимир Гаврилов с группой работников завода год жил и работал в Казани. Совсем недавно, в декабре 2022-го, вернулся из Ульяновска, где на АО «Авиастар» «Электромеханика» осуществляла проект по модернизации установок ЭТА для термообработки длинномерных деталей из алюминиевых сплавов.

И завершал этот проект Владимир Гаврилов уже в новой должности: ведущего инженера наладочно-эксплуатационного управления. Это та самая структура, которая занимается установкой и вводом в эксплуатацию, а потом гарантийным и сервисным обслуживанием сложнейшего оборудования, изготавливаемого и устанавливаемого «Электромеханикой» на территории предприятий-заказчиков.

– Он умеет ставить перед собой и перед коллективом задачи и успешно решать их, организуя рабочий процесс. Грамотный, вдумчивый, исполнительный специалист, – так характеризует его руководитель, заместитель технического директора Сергей Алексеев.

... В России в последние годы завоевала популярность довольно новая для нашей страны профессия: проект-менеджер. Это человек, который помогает запускать любые проекты: построить дом, сделать сайт, «перезагрузить» рынок продаж...

Он ведет переговоры с клиентом, выясняя задачу, а потом доносит эту идею до своей команды. Сам планирует и распределяет работу среди специалистов, он следит за тем, чтобы задачи выполнялись в приоритетном порядке и в установленный срок, помогает своим работникам и мотивирует команду... Такой профессии учат в институтах, но, кажется, Владимир Гаврилов постиг ее сам.

И кстати, уходя на инженерную

должность, Владимир запустил работу на своем бывшем трансформаторном участке – так, чтобы участок мог работать без него. Для этого пришлось обучить азам профессии четырех человек, но и сегодня Гаврилов держит руку на пульсе, курирует работу участка постоянно лично и по телефону.

– Да, ни высшего, ни технического образования у меня нет. Но я читаю чертежи и объясняю принцип действия сложных установок тем, кто этого не понимает. Что толку сидеть на одном месте? Надо учиться новому, подбирать команду под решение очередной задачи, и решать ее. Я это умею и мне это интересно, – небыстро, недлинно, вдумчиво отвечает на вопросы Гаврилов. Он ничуть не производит впечатления этакого «перекати-поля», как можно было бы подумать, исходя из его умения менять профессию. Наоборот, человек этот очень основательный и обстоятельный.

Сегодня перед ним стоят новые задачи: гарантийное обслуживание одной крупной установки у заказчика, доработка и модернизация еще одной у другого, наладка и запуск третьей... Это на сегодня и завтра. С этим справимся. А на будущее – кто знает, какие задачи и в какой профессии ждут там?

**ДОПИШИТЕ, ПЖЛСТ,
ПАРУ АБЗАЦЕВ**

ВОРСЛОВ Е. М., заместитель начальника НТЦ АО «Электромеханика»

ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

в режиме удаленного доступа

Компьютеры прочно вошли в процессы современного производства, и сегодня с их помощью выполняется огромное количество задач и операций. Изменение науки и технологий, внедрение интернета вещей и искусственного интеллекта в производство и цифровая трансформация всех сфер жизни – наша сегодняшняя действительность. А период пандемии, когда понятие «удаленная работа» вошло в обиход и стало применяться шире, чем раньше, еще больше показал необходимость организации грамотного управления технологическими процессами посредством удаленного доступа. В том числе такого процесса, как ввод оборудования в эксплуатацию. Разумеется, «работа на удалёнке» в процессе ввода оборудования не сможет полноценно заменить прямого взаимодействия специалиста с техникой, особенно при отработке ответственных высокотехнологичных производственных операций, однако она позволяет значительно сократить и оптимизировать многие операционные действия и ускорить сам по себе ввод в промышленную эксплуатацию.

Визуальное отображение процесса работы технологического оборудования упрощает работу оператора, а возможность сохранять множество вариантов технических процессов минимизирует количество возможных ошибок, связанных с человеческим фактором

Под понятием «системы удаленного доступа и управления» понимаются архитектуры, протоколы, самые различные программы и сценарии, позволяющие производить наладку и обслуживание технологического оборудования. Это касается не только способов того, как распознать ошибку и отреагировать на нее, но и повседневных процессов, – таких, как установка нового программного обеспечения, модернизация рабочих программ, настройка режимов работы, восстановление после сбоев.

На рисунке представлен интерфейс оператора установки для нанесения керамических покрытий типа УЭН-500. Как вид-

но, оператор в режиме реального времени может в нескольких окнах наблюдать максимальное количество параметров работы установки в графическом и письменном виде. Так, доступ к установке организован непосредственно из офиса предприятия через защищенное интернет-соединение, доступны различные манипуляции по управлению оборудованием, установленным на предприятиях-заказчиках за тысячи километров, в других городах и даже за рубежом.

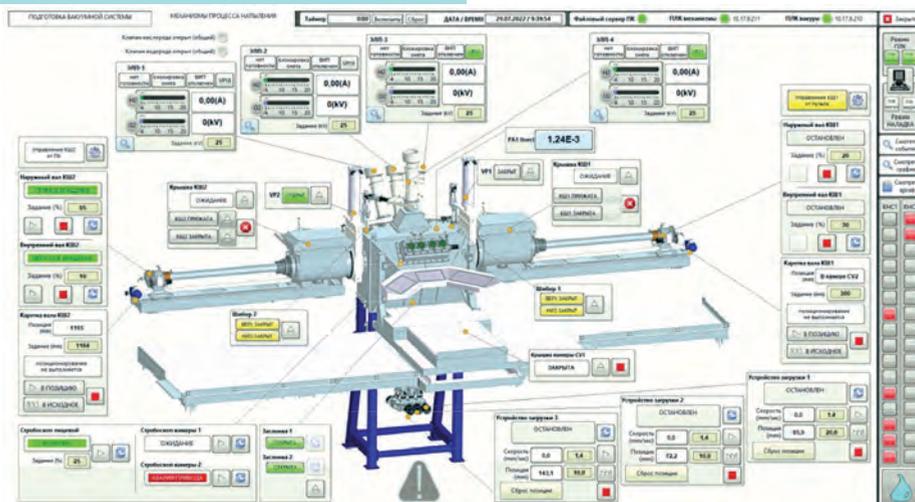
Внедрение систем удаленного доступа и управления влечет за собой много преимуществ и новых возможностей.

Для заказчика это позволяет получить:

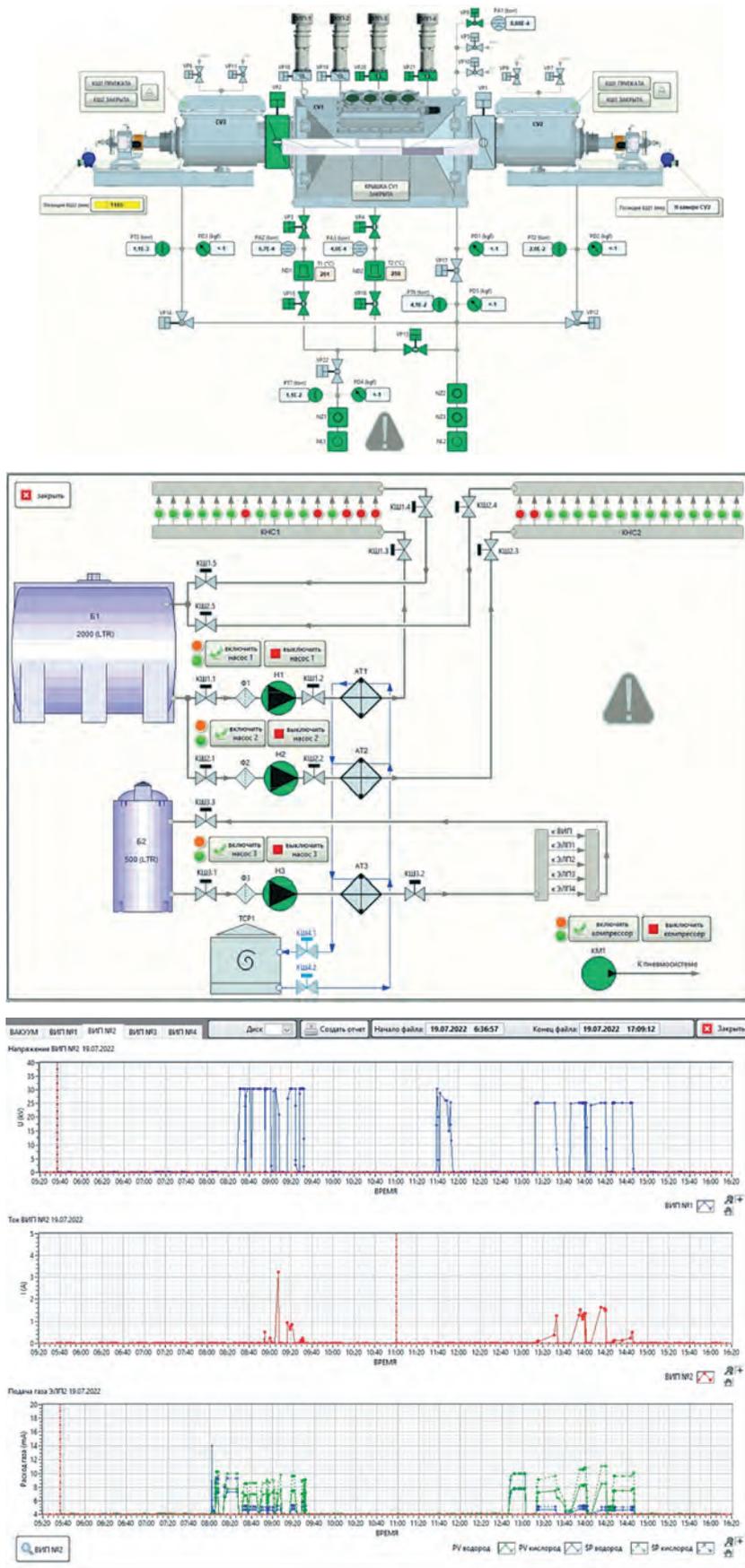
- ▶ корректировку ПО в связи с изменением технологического процесса;
- ▶ настройку отдельных узлов и механизмов;
- ▶ повышение эффективности использования оборудования;
- ▶ оперативность оказания помощи;
- ▶ снижение количества дефектов;
- ▶ возможность объединения нескольких единиц оборудования в группу.

Для поставщика удаленный доступ – это:

- ▶ минимизация издержек на обслуживание;
- ▶ увеличение количества одновременно запускаемого оборудования;
- ▶ общая база данных работы установок по классам оборудования;
- ▶ ведение статистики (как следствие возможность заранее предсказать проблему);



Примеры интерфейса оператора установки для нанесения керамических покрытий типа УЭН-500



Примеры интерфейса оператора установки для нанесения керамических покрытий типа УЭН-500

► оперативность оказания помощи.

Возникает вопрос в выборе программных и аппаратных средств для организации рабочего процесса. Стоит отметить, что существует немало приложений для организации удаленной работы с компьютерами. Большинство из них отличаются выраженной корпоративной направленностью, в ряде решений предлагаются варианты лицензирования. Однако события последнего времени показали очевидную уязвимость в использовании данных предложений: большая их часть – зарубежной разработки, и значит, могут оказаться под угрозой прекращения обслуживания и лицензирования на территории РФ. Выход – создавать и внедрять свои собственные программно-аппаратные продукты, чтобы не зависеть от внешних факторов.

Для реализации полноценной системы удаленного администрирования технологического оборудования, подразумевающей максимальное количество видов обслуживания (от удаленного запуска до решения текущих проблем, устранения неполадок и обновления ПО), на АО «Электромеханика» планируется создать отдел системного администрирования. Упрощенная схема взаимодействия представлена на рисунке.

Отдел системного администрирования призван отвечать не только за работоспособность всех составляющих системы. Организация подключения новых пользователей (установок), контроль за стабильным подключением уже существующих пользователей (установок), ведение баз данных, формирование отчетов при выявлении ошибок в работе оборудования, формирование отчетов о плановом обслуживании оборудования, взаимодействие с отделом по разработке программного обеспечения научно-технического центра предприятия.

Рассмотрим детально систему удаленного доступа, которую предполагает построить из следующих элементов:

Сервер баз данных – используется для хранения баз данных специализированного программного обеспечения предприятия, баз данных, содержащих информацию о жизненном цикле оборудования.

Почтовый сервер – содержит почтовые архивы, БД учетных записей пользователей (установок).

Сервер резервного копирования – необходим для обеспечения сохранности данных. Хранит архивы аварийного и резервного копирования баз данных и важных файлов.

Дублер контроллера домена – необходим для поддержания основных функций сети предприятия в случаях аварийных сбоев основного контроллера.

CISCO/Firewall/Свич – используется одновременно для обеспечения сетевой безопасности, маршрутизации, контроля сетевого трафика.

Конвертор сигнала из оптоволокон на интернет провайдера – преобразователь сигнала из оптоволокон в витую пару.

VPN туннель – защищает данные от перехвата, скрывает IP-адрес, с помощью которого посторонние смогут идентифицировать вас во время работы.

Свич – предназначен для создания рабочей сети предприятия.

Так же, связи с усложнившейся ситуацией с логистикой, многие компоненты систем управления оказались недоступны. Данная ситуация показала, насколько зависимы системы управления контроллеров, которые участвуют в организации нижнего уровня системы управления. Решением данного вопроса стала схема модульного построения системы управления.

На рисунке отображено общее видение системы управления, а также реализации удаленного доступа. В роли нижнего и верхнего уровней системы управления выступает промышленный компьютер. Все приборы и устройства управления объединены в сеть по протоколу Modbus RTU. Все процессы, происходящие в момент использования технологического оборудования, как и раньше, будут отображаться на экране компьютера.

Очевидным преимуществом данной схемы является автономность каждого элемента и устройства. В случае выхода из строя ПК и отсутствия контроллера появляется возможность безаварийно закончить работу установки, переведя ее в ручной режим.



Визуальное представление системы удаленного доступа



Структура удаленного администрирования технологического оборудования



Обзор структуры системы управления и удаленного доступа

ВСЛЕД ЗА ЛИДЕРАМИ

Каждый из нас на протяжении жизни встречается и общается с разными людьми. И независимо от того, мимолетная ли это встреча, однократный разговор или долгое общение и дружба, многие люди оставляют след в нашей жизни и даже, быть может, меняют наше будущее. Негативные примеры заставляют избегать повторения, позитивные – тянуться за идеалом и «примерять жизнь» успешного человека на себя: а смогу ли я так же? А почему я не подумал об этом раньше? А почему бы и мне не попробовать? И очень здорово, если такие примеры и такие вопросы возникают в самом начале жизненного и профессионального пути, а те, на которых хочется быть похожими, оказываются совсем рядом и готовы к общению. Недавно в Центральной библиотеке города Ржева прошла встреча студентов местных профессиональных колледжей с успешными и интересными людьми, которые добились успеха на своей малой родине, однажды посчитав, что могут и должны жить и работать здесь, строить карьеру и приносить своим трудом пользу родному городу



– Современная Россия – это страна возможностей, где каждый может добиться успеха в любой сфере деятельности вне зависимости от места рождения и социального статуса, – задал тон встречи модератор. А спикерами, теми, кто при-

предприятием), а также замглаврача и председатель профкома Ржевской ЦРБ Ольга Кудряшова и руководитель образовательного центра «Кванториум», кандидат экономических наук Екатерина Дивакова.



– Диалог на равных с воспитанниками колледжей позволяет нам, опытным состоявшимся людям, поделиться с ребятами своим видением жизни, своими наработками, мыслями по поводу развития промышленности, профессионального роста, жизненных ценностей. Мы, в свою очередь, стараемся услышать их, чтобы можно было с учетом мнения ребят, которым завтра предстоит прийти на предприятия и в организации города трудиться, помочь им в профессии и вдобавок скорректировать какие-то моменты своей деятельности, чтобы привлечь молодое поколение в производственную сферу, – комментирует председатель Совета директоров АО «Электромеханика», председатель Думы Ржевского муниципального округа Андрей Константинов.

шел пообщаться со студентами лично, стали председатель Думы Ржевского муниципального округа, заместитель гендиректора по экономике АО «Электромеханика» Андрей Константинов, глава Ржевского муниципального округа Роман Крылов, заместитель генерального директора АО «Электромеханика» по производству, победитель XVII Всероссийского конкурса «Инженер года» Николай Чупятов (символично, что трудовой путь всех троих напрямую связан с нашим

Для беседы с ними были приглашены студенты колледжа «Ржевский», Ржевского технологического колледжа, Ржевского колледжа им. Н. В. Петровского и Ржевского медицинского колледжа – ребята, которым в ближайшее время предстоит принять решение, где и кем работать после получения диплома. А чтобы ребятам было проще ориентироваться в том, кому именно из собеседников задавать те или иные вопросы, каждого из спикеров попросили рассказать о себе.

Андрей Константинов закончил в Ржеве гимназию № 10. Золотая медаль в школе, красный диплом в первом вузе, затем еще одно высшее (юридическое) образование и кандидатская диссертация – на этот раз по технической тематике.

– Мне всегда хотелось не просто проверить свои силы, но и сделать это здесь, в городе, где я родился и вырос, – подчеркнул Андрей Викторович. И ему это удалось: много лет Константинов успешно работает на нашем заводе, руководит направлением экономики, возглавляет Совет директоров. Кроме этого, Андрей Викторович вот уже третий срок является депутатом Ржевской думы, в том числе два срока возглавляет ее работу в должности председателя (на неосвобожденной основе).

Роман Крылов, которого все давно знают и уважают как одного из руководителей «Электромеханики», позже – депутата ЗС и главу Ржева и единого муниципального округа, тоже вкратце рассказал о себе: о том, где и как начал свой трудовой путь, о преподавательской деятельности.

БЫТЬ ПОЛЕЗНЫМ В ПРОФЕССИИ

Интересно, что и Андрей Константинов, и Роман Крылов, и Николай Чупятов в своё время не одно десятилетие преподавали в филиале ТвГТУ в Ржеве. И мотивацией для этого, подчеркнул Роман Сергеевич, стало именно желание передать свой опыт и знания, и возможность общаться с молодыми людьми, которые завтра станут будущим Ржева.

– Сегодня информационная доступность делает выбор профессии и места работы проще. У вас большие возможности, но выбирая свои дальнейшие шаги, надо думать не только о том, чем профессия будет полезна тебе, но и о том, чем ты будешь полезен в этой профессии, – дал понять Роман Сергеевич свою позицию.

Николай Чупятов, выпускник, а позже, в течение десяти лет, преподаватель филиала ТвГТУ, как и его коллеги, нашел себя в Ржеве, причем не только в профессии, но и в научной карьере. Еще до своего сорокалетия он защитил диссертацию

и стал доктором технических наук.

– Я был советником связать свою жизнь с отраслью машиностроения – традиционной для Ржева и основополагающей для развития государства. Любая сфера деятельности в стране связана с машиностроением, будь то сельское хозяйство, оборонная промышленность или что-то другое, – отметил Николай Николаевич.

Ольга Кудряшова рассказала, что она – педиатр по профессии, долгое время работала в родильном доме, затем перешла в ЦРБ и параллельно занялась профсоюзной работой. И тоже является преподавателем: шесть лет обучает студентов медколледжа.



– Подобные встречи, которые должны быть регулярными, я считаю очень важными как для города в целом, так и для его молодежи, ведь они помогают увидеть происходящее на территории глазами молодых людей, а ребятам – легче и правильнее определиться в профессии, с которой они свяжут свою дальнейшую жизнь, – считает заместитель генерального директора по производству АО «Электромеханика», доктор технических наук Николай Чупятов.

Получив диплом экономиста, Екатерина Дивакова проработала несколько лет по этой специальности, а потом пришла к преподавательской работе. Семь лет в школе № 12, кандидатская диссертация по экономике, теперь – «Кванториум». Это детский технопарк, оснащенный специальным оборудованием для естественно-научных занятий школьников. Данное направление очень ценно для профессиональной ориентации учеников, и то, что оно позволяет углубленно изучать именно технические дисциплины, безусловно полезно для Ржева, где востребованы специалисты промышленных (особенно – машиностроительных) предприятий. Отрадно, что существует договор о сетевом взаи-

модействии «Кванториума» с «Ржевским колледжем».

Одна из девушек, задавая вопрос, обозначила очень злободневную тему. Настолько актуальную, что она потом рефреном звучала на протяжении всей остальной беседы: выпускники уходят работать отнюдь не на предприятия, а в сетевые магазины, как этого избежать?

Спикеры, напрямую связанные с промышленностью, отреагировали на этот вопрос очень остро. И понятно, почему: в последние годы в секторе производства заметен острый дефицит молодых кадров, в то время как в секторе перепродаж «мерчендайзеров» и «менеджеров» узких направлений хватает с избытком.

– Еще когда я был преподавателем в ТвГТУ, очень переживал, встречая своих студентов за прилавками с мобильными телефонами в «Евросети». Они объясняли это более высокой зарплатой... Что я могу добавить? Разве что то, что они и спустя десять лет, до сих пор, продают смартфоны. А те, кто пришел на производство, уже нашли себя и добились успехов и хорошего карьерного роста, и, что немаловажно, более высокой заработной платы – сказал Николай Чупятов. Андрей Константинов добавил: в жизни выбирать нужно возможность развития, а в сетевых структурах, построенных на простых перепродажах, его не будет по той простой причине, что они ничего не производят.



ДВИГАТЬСЯ ВПЕРЕД И ГОРДИТЬСЯ СДЕЛАННЫМ

Роман Крылов рассказал, что сам он пришел на предприятие в не самые лучшие для него времена. Но «Электромеханика» привлекла его тем, что работа здесь всегда была интересной, был драйв, был стимул идти дальше, узнавать новое, совершенствоваться:

– Бывало, третьи сутки курируешь отгрузку важного оборудования, днюешь и ночуешь на заводе, наконец, завершаешь, а спустя какое-то время видишь это оборудование на стенде, рядом с которым Президент РФ спрашивает – а где это произведено? И ему отвечают: в России! А ты-то точно знаешь, где... Это дорогого стоит!

– Да, подчас сетевые магазины манят более высоким уровнем зарплат, – согласился Андрей Викторович. – Но выбирая эти направления, вы лишаете себя перспектив. Да, на начальном этапе заработок может быть небольшим, но это только до той поры, пока вы себя не проявите. Если человек готов и хочет добиваться результата и совершенствоваться, он будет получать очень достойные деньги. В рабочих профессиях, которые сейчас очень востребованы, с опытом – более ста тысяч рублей... Будущее – только за производством. И наш город, наши традиции и наше предприятие создают все предпосылки к тому, чтобы проявить себя, попытать свои

силы и приобщиться к тому большому делу, которое мы делаем.

И в качестве иллюстрации этих слов, спикеры перечислили ряд направлений деятельности ржевских машиностроителей. Мало кто задумывается, но значительная часть современных технологий ракетостроения, авиа-, судостроения происходят из Ржева, отметили они. Испытательный комплекс, на котором достигает своих передовых показателей ракета «Сармат», сконструирован и произведен в нашем городе. Самый большой в мире парк атомных ледоколов и атомных подводных лодок принадлежит нашей стране, а оборудование для изготовления деталей и технологии, используемые в изготовлении этих судов – родом из Ржева. В любом уголке нашей страны, на каждой стройке использовались башенные краны, произведенные Ржевским краностроительным заводом, выпускавшим до 150 штук в месяц. Завод «РМЗ» выпускал сложнейшее железнодорожное оборудование... Недавнее участие в проекте «Белый лебедь» по выпуску стратегического бомбардировщика Ту-160М, для которого «Электромеханика» выполнила модернизацию оборудования Казанского авиационного завода, – пример такого же порядка.

– Ни один самолет и ни один двигатель не обходятся без участия «Электромеханики», и не только в России, но и за рубежом, где производят аналогичные изделия по российской лицензии и куда мы тоже отгружаем оборудование, – добавил Николай Чупятков.

Молодые люди задавали вопросы о проектах по благоустройству, туризме, развитии города, о том, есть ли возможность защитить стартап и получить финансовую поддержку...

– Мы собираемся вступить в брак, может ли город предоставить молодой семье жилье? – озвучил насущное молодой человек.

– В настоящее время для того, чтобы у семьи появилась своя квартира, есть много возможностей, от многочисленных банковских продуктов до госпрограмм, – ответил Роман Крылов. – Ржев ежегодно увеличивает свое участие в программе «Молодая семья», и только за три года выдали более 30 сер-

тификатов. Власти города готовы поддержать в решении жилищного вопроса семьи представителей востребованных в нашем городе специальностей – врачей, сотрудников МЧС и Росгвардии. Свои меры поддержки предоставляют и предприятия.

ПРЕДПРИЯТИЕ ГОТОВО ПОМОГАТЬ

– Да, «Электромеханика» практикует компенсацию процентной ставки по ипотеке для своих сотрудников – в настоящее время этим пользуются более 50 человек. Получается, мы берем на себя оплату процентов, и человек, поскольку банковский процент он не платит, фактически покупает квартиру не в кредит, а в рассрочку, – добавил Андрей Константинов. – Вдобавок, приняты положения о единовременных выплатах по рождению ребенка, вступлению в брак, компенсация части оплаты за детсад.

И кстати, о подобных мерах поддержки медработников рассказала и Ольга Кудряшова. Отметив, что в Ржевской ЦРБ есть вакансии для выпускников мединститута, она добавила, что наибольшую помощь оказывает государство тем, кто идет работать на село, в ФАПы. Так, фельдшеру положена единовременная выплата в 700 тысяч рублей, медсестре – в 500.

За полтора часа беседы были затронуты многие темы. Например, молодые люди спросили спикеров, как те понимают слово «патриотизм». Ответы прозвучали самые разные, о знании истории и уважении к традициям и близким людям, о том, что это понятие – точно не «лента на машине и не лозунг «Можем повторить», об альтруизме, взаимопомощи... Но люди, добившиеся успеха, еще постарались донести до тех, кому такой же успех предстоит повторить на собственном жизненном опыте, мысли о том, что простое выполнение своего дела на своем месте – это патриотизм. Поступки по совести – это тоже патриотизм. И выбор родного города для дальнейшей жизни – патриотизм, и умение слушать свою душу, думать не о собственном обогащении, а о том, какой результат будут иметь завтра твои сегодняшние действия – тоже.



ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ как пункт стратегии развития производства

В канун новогодних праздников в Ржеве прошло выездное заседание Законодательного Собрания Тверской области. Одним из важнейших вопросов, который получил звучание, был вопрос профессиональной подготовки специалистов, в том числе – специалистов для промышленных предприятий. Через короткое время эта же тема приобрела конкретное звучание в Стратегии развития промышленности Тверской области, где помимо планов по устойчивому развитию и поддержке предприятий, формированию новых точек роста и уникальных компетенций, сформулированы планы по созданию сети новых промышленных образовательных центров в пяти городах области, в том числе в Ржеве.

В работе заседания принял участие вице-спикер областного парламента, генеральный директор АО «Электромеханика» Виктор Константинов

Парламентский день начался с приятной миссии – вручения в актовом зале администрации Ржева новогодних подарков детям беженцев. На момент заседания в нашем городе, в пункте временного размещения, организованного в гостинице, временно проживали 43 человека, приехавших с территории, где сегодня идут боевые действия. В основном, из Херсон-

ской области, ДНР и ЛНР. Из четырнадцати детей, которые приехали вместе со взрослыми, тринадцать учатся в школе, один детсадовского возраста. Есть и большие семьи, в одной – пять детей, еще в двух – по трое. Питание и проживание беженцев финансируется из федерального бюджета. Взрослые оформляют гражданство РФ, пожилые начинают получать пенсии, двое находятся в Доме-интерна-

те. Кто-то из временных переселенцев остается в нашем городе, другие уезжают к родным, или в большие города. Но в любом случае, Ржев оказываем помощь и поддержку каждому.

Первым вопросом повестки стали изменения в закон относительно малого и среднего предпринимательства, внесенные губернатором Тверской области в качестве законодательной инициативы. Потом парламентарии перешли к обсуждению актуальных для Ржева и района вопросов совместно со своими коллегами из Думы и главой муниципального округа Романом Крыловым. На встрече присутствовали председатель Думы Ржевского муниципального округа Андрей Константинов, руководитель фракции «ЕР» Илья Горохов (кстати, он же возглавляет Молодежный парламент Заксобрания), депутаты.

При обсуждении проблематики территории, в продолжение поднятой темы демографии, участники встречи перешли к кадровой проблеме, а затем – к вопросу профессиональной подготовки специалистов.

– К сожалению, сегодня из Ржева продолжают уезжать люди, молодые и активные. Я как руководитель промышленного предприятия не понаслышке знаю, какой жесточайший кадровый дефицит сейчас на любом производстве, – заметил Андрей Фаер, генеральный директор строительного предприятия «КСК «Ржевский».

По мнению Романа Крылова, активный контакт старшего поколения с молодежью может улучшить ситуацию, и в Ржеве, где это уже поняли и начали работать в данном направлении, позитивные сдвиги заметны.

– Еще три года назад, когда мы

начинали активно встречаться с выпускниками школ и старшекласниками, большая часть молодых людей вообще не представляла и очень стремилась познать, чем занимаются предприятия родного города, кто на них трудится и какие условия, в том числе для кадрового роста, здесь есть. С ними нужно разговаривать, потому что когда они видят обратную связь, когда чувствуют, что их мнение ценно, а они сами – интересны, отношение меняется. Чтобы город стал родным не просто как место, где ты родился, а как место, в судьбе которого ты хочешь принимать участие, надо дать понять людям, что от них что-то зависит. Ощутить сопричастность. Уже сейчас отдално слышать, что кто-то нацелен прийти на завод, остаться в городе – раньше этого не было. Вчера мы впервые вручали Молодежную премию за активный вклад в развитие города, – поделился Роман Сергеевич, и рассказал, как двадцать лет назад он сам пришел на «Электромеханику» только потому, что лично генеральный директор на встрече со студентами его позвал туда работать после получения диплома.

– Молодёжь хочет работать, – считает он. – Они сегодня нацелены получить профессию в колледже, трудоустроиться и лишь затем по необходимости или желанию учиться дальше в вузе. Но вот здесь мы видим очередную проблему: качество профессионального образования в Ржеве сильно далеко от необходимого! В Ржеве выпускают «профессиональных» сварщиков, которые понятия не имеют о нержавеющей и жаропрочных материалах, о сплавах. «У нас нет реактивов. У нас нет электродов», – слышишь от мастеров профобучения... Мне кажется настал момент, когда сузам надо выходить на прямой контакт с предприятиями, взаимовыгодный контакт!

После небольшой дискуссии слово взял генеральный директор «Электромеханики», вице-спикер Заксобрании Виктор Константинов. Он вспомнил, что именно благодаря промышленным предприятиям, подключившимся к созданию филиала политехнического вуза, в Ржеве было создано учебное заведение, чьи выпускники трудятся до сих пор во многих городах и на многих предприятиях, в том

числе на ключевых должностях. Ремонт помещения, оснащение, а затем и преподавательский состав во многом обеспечило именно предприятие «Электромеханика». И такое сотрудничество было взаимовыгодным.

– Губернатор поставил задачу реорганизации систем подготовки специалистов среднего звена, – отметил Виктор Вениаминович. – Но если этим будет заниматься только региональное министерство промышленности, процесс пойдёт вовсе не так, как мы все ждем. И не факт, что даже если бюджетные средства найдутся, результат будет достигнут. Поэтому надо задействовать предприятия, и здесь речь не столько о финансовой поддержке, сколько о профессиональной.

Не вызывает сомнения, что в числе первых включится в процесс именно АО «Электромеханика». Предприятие на протяжении долгих лет не просто осуществляло поддержку социальных инициатив в родном городе, но и являлось активным драйвером позитивных процессов. На сегодняшний день, понимая, насколько полезным может и должно стать направление поддержки развития профессиональных компетенций молодежи, руководители нашего завода снова не останутся в стороне. Как раз сейчас, в мае, предприятие предоставило гарантии своего участия в поддержке Ржевского технологического колледжа в конкурсном отборе на предоставление грантов на поддержку развития образовательных кластеров среднего профессионального образования в рамках федерального проекта «Профессионалитет» государствен-

ной программы Российской Федерации «Развитие образования».

Законодателям тоже есть над чем подумать, акцентировал Виктор Константинов, – им нужно выработать законы, которые обеспечат возврат после получения диплома специалистов на те предприятия, которые обеспечили процесс их обучения. Кроме того, важен анализ наиболее важных специальностей.

– Треть перечислений в бюджет дает именно промышленность, – напомнил он.

Губернатор Тверской области Игорь Руденя на заседании при обсуждении стратегии развития промышленности региона отметил, что необходимо развивать существующие и формировать новые зоны опережающего развития, актуализировать комплекс мер государственной поддержки промышленных предприятий и способствовать внутрирегиональной кооперации между промышленными предприятиями, обеспечивать своевременную подготовку и переподготовку специалистов. Особое внимание, звучало на совещании, будет уделено сохранению и увеличению производства предприятий оборонно-промышленного комплекса. Кроме того, стратегия предусматривает подготовку кадров для отрасли: запланировано создание сети новых промышленных образовательных центров – в Бежецке, Кимрах, Ржеве, Торжке, Твери. Это позволит будущим специалистам во время учебы проходить производственную практику на современных предприятиях, получить востребованную в сфере промышленности специальность, возможность дальнейшего трудоустройства.





«Я УМЕЮ ПЛАВАТЬ!»

К сожалению, сказать так про себя может далеко не каждый взрослый, а уж тем более ребенок или подросток. Хотя умение уверенно держаться на воде относится к полезным навыкам, а в расположенном на Волге городе, таком, как Ржев, должен уметь плавать, без преувеличения, каждый. Физкультурно-оздоровительный комплекс предприятия «Электромеханика» – ФОК «Дельфин» – заботится о том, чтобы и сотрудники АО, и другие горожане и гости города могли пользоваться бассейном и другими возможностями комплекса. Одно из направлений – детское плавание.

из них – Татьяна Малинкина.

– У нас в спорткомплексе работает целая профессиональная команда тренеров, каждый из которых прошел специальное обучение и умеет работать с самыми маленькими посетителями, – рассказывает Татьяна. – Сейчас мы начинаем проводить занятия по плаванию для де-

– Да, и тогда мы вместе стараемся, работаем, разговариваем, направляя все усилия на то, чтобы ребёнок начал доверять нам и в результате мы вместе преодолеваем его трудности. Как скоро это происходит? Бывают, что и через месяц, но когда у нас всё-таки получается – это бесконечное счастье!

– Когда ребенок уверенно поплыл – можно в большой бассейн?

– Это тоже всё индивидуально. Торопить не надо, а наоборот делаем подготовку в малом бассейне на столько, чтобы юный спортсмен чувствовал себя в большом бассейне максимально уверенно. Температура в малом бассейне всегда выше, чем в большом, и вода там чистится и обновляется постоянно, поскольку плаванием занимаются дети. И вообще, малый бассейн чем-то напоминает игровую комнату, только с водой. Малый бассейн светлый, яркий, с множеством игрушек для наших малышей.

Есть занятия в дневное, есть в вечернее время. Родители, записывая ребенка в бассейн, могут выбрать удобное для себя время на посещение групповых тренировок, а также выбрать тренера, к которому хотят пойти. Ждём каждого, кто хочет научиться плавать и преодолеть все страхи, связанные с водой. На открытой воде учиться плавать довольно сложно, лучше это делать в бассейне и с тренером, который сразу поставит правильную технику и поможет овладеть разными стилями.

Воспитанники секций плавания физкультурно-оздоровительного комплекса «Дельфин» могут с уверенностью не только произнести эту фразу, но и показать фирменный значок, подтверждающий, что его маленький обладатель уже смог уверенно проплыть дистанцию в 25 или 50 метров. Это подтверждается на соревнованиях, которые проводятся в конце каждого курса с 2017 года. Потом идут более длинные заплывы на время, а для тех, кто остался заниматься плаванием дальше – спортивные разряды.

Периодически идет набор в группы плавания для самых маленьких, которые занимаются вначале в малом бассейне, а уже тогда, когда делают первые успехи, переходят в большой. И это – предмет гордости и немалое достижение, результат совместной работы самих детишек, их родителей и, конечно, тренеров. Одна

тей с пяти лет, причем есть как групповые, так и индивидуальные тренировки. Мы формируем двенадцать групп, которые занимаются в малом бассейне, и каждое занятие длится 45 минут.

– А кого сложнее научить плавать – взрослого человека или ребенка?

– Это дело индивидуальное, у каждого человека этот процесс проходит по-своему. Одни быстро схватывают и повторяют упражнения, которые показывает тренер, причем кому-то нравится плыть без погружения в воду и они стараются на совесть, а кому-то несложно и даже нравится нырять. Другие голову намочить очень боятся. Поэтому первые тренировки мы выстраиваем так, чтобы ребенок не испугался воды, а заинтересовался, увлекся процессом и отвлекся от всех своих возможных страхов.

– Бывает, что дети всерьез боятся воды?



Плавание – не только умение, которым должен владеть каждый. Это Лучший способ физического развития ребенка, ведь нагрузка в воде идет на все группы мышц. Такие занятия улучшают состояние мышц спины, грудной клетки и поясницы. Активное движение ног в воде укрепляет стопы и предупреждает развитие плоскостопия. В плавании развивается и тело, и разум – физическая активность улучшает способности к наукам, усиливает активность мозга.

Исследования ученых доказали: если ребенок в течение трех месяцев постоянно занимается плаванием, это на 30 процентов увеличивает приток крови в ту часть головного мозга, которая отвечает за память и обучаемость. Поэтому не сомневайтесь, приводите ребенка в бассейн! – говорит Татьяна.

ПЛАВАТЬ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ И РЕКОРДОВ

А перед новогодними праздниками в «Дельфине» прошел традиционный заплыв: больше ста юных пловцов пробовали свои силы на дистанциях 25, 50 и 100 метров. Среди них были те, кто занимается плаванием профессионально, и те, кто буквально месяц-два назад научился держаться на воде и пришел получить свой первый опыт соревнований и фирменный значок «Я умею плавать».

Традиции проводить перед ново-



годними праздниками соревнования по плаванию в «Дельфине» уже несколько лет. Сейчас уже сложно вспомнить время, когда этот вид спорта был ржевителям недоступен: бассейн не работал, и во втором по величине городе области родителям некуда было вести детей учиться плавать, и взрослые тоже были лишены этой оздоровительной и приносящей удовольствие возможности (летнее купание в Волге, конечно же, не в счет). Бассейн заработал именно благодаря «Электромеханике». Теперь функционируют и большой, и малый, а в секциях по плаванию занимается несколько сотен детей. – Такие состязания – хороший повод для юных пловцов показать себе и родителям, что они умеют, да и нам тоже нелишне посмотреть, чему их научили, – говорит Дмитрий Ивасенко, директор ФОКа. – Это соревнования клубные, мы не приглашаем на них участников из других городов, здесь только наши дети. Присуждаем призовые места и определяем победителей, которые получают дипломы и медали. Всем без исключения участникам организаторы дарят сладкие новогодние подарки, которые, как обычно, мы приобрели с помощью АО «Электромеханика».

В первый день соревнований были организованы заплывы для ребят из возрастных групп от 9 лет до 15-ти и старше на дистанции 50 и 100 метров вольным стилем и брассом. А на следующий день состязались менее опытные пловцы – их главная задача была просто проплыть дистанцию.

– Да, поначалу детям страшновато после малого, мелкого бассейна идти в

большой, где глубже. Но мы их подбадриваем, и они пересиливают себя и плывут. Кто-то уходит из секций, научившись плавать, кто-то остается и достигает профессионального уровня, – поясняет тренер Татьяна Малинкина.

Среди таких юных профессионалов – Алиса Герасина, Дмитрий Микулич и Настя Черенкова. Каждый из них когда-то пришел с родителями в бассейн, чтобы просто научиться держаться на воде. Теперь они имеют серьезные разряды, участвуют в соревнованиях уровня страны, входят в сборные. И на дорожке среди своих сверстников выделяются собранностью, подтянутостью и, конечно, уровнем плавания.

Алиса Герасина, маленькая, как Дюймовочка, и тонкая, как струнка, перед заплывом опустилась к краю бассейна и, как показалось, поздоровалась с водой, побрызгав себе на лицо и грудь. Потом внутренне собралась, со свистком судьи рыбка вошла в воду, прыгнув ровно вдвое дальше девчонок на соседних дорожках, и сразу набрала совершенно другую скорость. Отточенные движения, стремительный кувырок-переворот от стены и быстрый финиш – все! Дистанция с блеском пройдена. Как всегда.

– Мы пришли в секцию плавания просто для того, чтобы укрепить иммунитет и меньше болеть, в пять лет, – рассказывает мама Алисы Герасиной Нина. – И попали к олимпийскому призёру, а ныне тренеру Александру Тутакаеву, который спустя некоторое время решил попробовать перевести четверых ребят, в том числе и Алису, вначале в большой бас-



сейн, а потом стал их тренировать отдельно. В семь лет мы уже поехали первый раз на соревнования «Золотая рыбка» в соседний город Нелидово (статус этих соревнований довольно высок, и на них приезжают спортсмены из других регионов) – и Алиса поплыла вне конкурса, потому что еще не подходила по возрасту. Потом стали занимать призовые места и тренироваться уже не трижды в неделю, а каждый день.

Сейчас Алиса ежедневно приходит в «Дельфин» на тренировки: полчаса занимается в спортзале, полтора – в бассейне. А ее ежедневным тренером стал папа, которому пришлось научиться этому с нуля. Несколько раз в год проходят двухнедельные сборы в спортшколе, к которой официально приписана Алиса. И тогда тренировки бывают дважды в день, за каждый из которых Алиса проплывает до 8 километров. В «обычный» рядовой тренировочный день в «Дельфине» – 3-4 километра.

– Мы очень благодарны руководству ФОКа за возможность посещать бассейн бесплатно, – говорит Нина. Алисе и Диме как перспективным спортсменам, гордости города предоставлена такая возможность тренироваться здесь, и без временных ограничений.

Алиса сейчас – одна из четырех сильнейших пловцов в своей возрастной категории в нашем регионе, входит в сборную Тверской области по плаванию и имеет второй взрослый разряд. В этом году она побывала в составе сборной на чемпионате России в Санкт-Петербурге, где заняла

4-е место. «Веселый дельфин» – это самые крупные состязания по плаванию среди молодежи в России, куда приезжают около тысячи сильнейших юных пловцов страны. По итогам этих соревнований две недели назад Алиса Герасина стала участницей «Игр дружбы» в Казани, где представляла Тверскую область в числе 12-ти пловцов, среди которых только четыре девочки.

Не могу не спросить, что за действия выполняла Алиса перед заплывом, будто «здоровалась» с водой.

– У них у каждого есть свой ритуал. Дима, например, протрет тумбочку, обязательно перекрестится перед стартом, Алиса делает вот так. Они сами придумывают себе какие-то интересные «фишки», у них есть традиции... Например, обмениваться кроксами на соревнованиях. Так и ходят в разных! – добавляет мама.

– Да, я поздоровалась с водой. Это помогает мне и морально подготовиться к старту, и войти в воду без резкого перепада температур, – улыбается Алиса. – У многих профессиональных спортсменов есть похожие свои привычки...

Пойдет ли Алиса дальше в профессиональный спорт? Вряд ли, говорит мама: комплектация не позволяет. Миниатюрная Алиса по сравнению с другими профес-

сиональными пловчихами, многие из которых ростом под два метра, выглядит, как гномик. Но плавать девочка любит и будет продолжать обязательно. После Нового года будет сдавать нормативы на первый разряд.

– Занятия многое дают, дети-спортсмены – они другие. Более организованные, самостоятельные с ранних лет, умеют адаптироваться в незнакомом месте с незнакомыми людьми. Умеют дружить и поддерживать друг друга. Но главное – это здоровье, плавание – безопасный вид спорта. Болеют дети-пловцы очень-очень редко. У Алисы сняли кардиологический диагноз, поставленный в детстве: нет никакого пролапса сейчас, – продолжает мама Алисы. – И я очень надеюсь, что наш пример вдохновит других родителей отдать своих детей в секцию плавания.

Соревнования прошли динамично, на одном дыхании. Стометровку Алиса Герасина проплыла за 1 минуту и 8 сотых секунды, Ярослав Рябов показал результат в 1.14, Дима Микулич – 1.04. А затем ребята вместе с родителями собрались в игровом зале «Дельфина» на награждение, которое проводил глава Ржевского муниципального округа Роман Крылов.

Первый соревновательный день завершился личными рекордами, подарками и хорошим настроением. Таким же стал и второй, где пробовали свои силы на дистанциях младшие группы. Станут ли ребята профессиональными пловцами или нет, неважно. Но каждый из них получит необходимый всем навык и с гордостью сможет сказать: «Я умею плавать!».





«Ты нужен!» – под таким девизом в Ржеве проходил молодежный форум. Наше предприятие, как одно из важнейших и градообразующих, было представлено на нем не только командой участников – молодых сотрудников ПАО «Электромеханика». Руководители завода, бывшие и нынешние, выступали в качестве спикеров. Именно с «Электромеханики» начал свою трудовую деятельность, получив здесь профессиональное и личностное становление Роман Крылов, глава Ржевского муниципального округа. На нашем заводе трудится заместителем генерального директора по экономике Андрей Константинов, возглавляющий также Думу Ржевского муниципального округа

НОВЫЙ ФОРУМ, НОВЫЕ ЛИДЕРЫ

Подобный молодежный форум впервые проходил в новом формате, и в итоге получился очень нетипичным и интересным. Во-первых, потому, что участниками его стали не школьники и студенты, а ребята и девчата вполне уже зрелые, молодежь, которая трудится на предприятиях города. Энергичные, умные, задорные, открытые. Уже определившиеся в профессии и в большинстве своем создавшие семьи. Актив, который является лицом и рабочими руками нашего Ржева уже сегодня и который уже сегодня достоин и желает лучшей жизни и того, чтобы его слышали. Молодые люди не только нужны городу, но и сами нуждаются в том, чтобы родной город был для них понятным, комфортным, удобным.

Во-вторых, потому что прошло мероприятие в виде организованной известным и востребованным в России бизнес-психологом Вадимом Трубицыным деловой игры, которая растянулась почти

на целый день.

В литературной гостиной библиотеки за пятью большими столами расположились команды предприятий КСК «Ржевский», «Прамо-Электро», «Электромеханика», «514 Авиационный ремонтный завод», «Агрофирма Дмитрова Гора», «Инчермет», узловой группы станции «Ржев Балтийский», «Верхневолжское АТП».

– Накануне мы оповестили предприятия о предстоящем форуме, предложив определить делегатов из молодежных советов, если таковые есть, или просто сотрудников подходящего возраста. Откликнулись многие, и даже сверх численного лимита, но мы с готовностью включали всех, тем более что участников ряда команд пришлось менять (в городе всплеск ОРВИ, и кто-то просто заболел). Помощь в подготовке форума нам оказал комитет по делам молодежи Тверской области, пригласив к нам Вадима Трубицына, известного бизнес-тренера, – ска-

зала Диана Каменская, председатель молодежного комитета администрации Ржевского муниципального округа.

Но прежде чем Трубицын завладел вниманием аудитории и вовлек ребят в поистине творческий процесс, с ними пообщались Глава Ржевского округа Роман Крылов, председатель Думы и замгенерального директора «Электромеханики» Андрей Константинов и депутат, руководитель Автосервиса «Москва-Рига» и волонтер Дарина Печкина.

Роман Крылов рассказал не только о тенденциях развития города и района, ставших единой территорией, но и о том, что начато формирование института помощников Главы округа и молодежного совета. Это, кстати, первый подобный опыт в новой истории Ржева, и символично, что такое постановление станет одним из первых подписанных Главой округа после избрания.

– Патриотизм – это знание истории родины и готовность хранить культуру и продолжать традиции своих предков, своей семьи. Но вместе с тем, патриот

– это тот, кто ответственно относится к делу, которым занимается на рабочем месте, кто готов помочь ближнему словом и делом... Мы часто слышим и говорим о развитии нашего города. И для каждого из нас это развитие означает разное: благоустройство и ремонт дорог, установка скамеек в парковых зонах, создание новых рабочих мест, формирование комфортного социального климата и многое, многое другое. И чтобы развитие это было таким, какое нужно каждому из нас, нужно общаться, обмениваться мнениями, проводить встречи и работать сообща.

Андрей Константинов, приветствуя актив молодых работников, подчеркнул: администрация и Дума не сможет формировать в отрыве от жителей такую программу развития города, которая отвечала бы их интересам, а значит, мнения активных работающих людей, определяющих сегодняшний и завтрашний день Ржева, должны быть высказаны и услышаны.

А затем слово предоставили молодым работникам предприятий. В ответ на вопрос модератора они рассказали о своем свободном времени: признались, что стараются проводить его с семьей, старшими родственниками и детьми, любят посещать новые места, многие занимаются спортом.

Когда пришло время спрашивать о чем-либо представителей власти, одним из первых прозвучал вопрос о высшем образовании – его задал Илья Грязнов с

«Электромеханики». Андрей Константинов, который, работая на этом предприятии, параллельно почти два десятилетия преподавал в Ржевском филиале ТвГТУ, рассказал о причинах закрытия филиалов и планах по возрождению высшего образования в Ржеве.

Филиал ТвГТУ вел свою историю с 1959 года. Именно тогда в Ржеве был открыт опорный пункт Всесоюзного заочного машиностроительного института и произведен первый набор студентов на специальность «Технология машиностроения». И тогда же началась история его сотрудничества с ПАО «Электромеханика»: предприятие, например, компенсируя невозможность вуза иметь полную материально-техническую базу для проведения лабораторных занятий и производства всех видов учебных и производственных практик, установило тесный деловой и дружеский контакт, выгодный обеим сторонам. Завод помогал филиалу с проведением занятий на своей территории, вместе с тем привлекая студентов к дальнейшему трудоустройству. Соблюдались долгосрочные и краткосрочные договоры о партнерских отношениях, в том числе и об использовании уникального дорогостоящего оборудования. А в 2011 году на предприятии утверждено положение об именной стипендии памяти генерального директора М.П. Кулешова, которая дает право на дополнительное стимулирование особо одаренных студентов филиала за отличные успехи в учебе.



За годы работы выпускниками филиала стали около 4000 квалифицированных специалистов для ведущих предприятий, учреждений и организаций Ржева и Ржевского района. Сегодня об этом остается только мечтать: кадровый дефицит испытывают все заводы, и для Ржева, города машиностроителей, решение проблемы приобретает все большую актуальность.

– Мы очень надеялись, что российское законодательство снова поменяется, ведь в свое время именно его новые требования стали причиной того, что филиалы вузов не смогли больше функционировать, – сказал Андрей Викторович. – Но пока этого не произошло. Несколько лет мы не оставляем

попыток решить вопрос с высшим образованием в нашем городе, продолжаем вести переговоры с руководством университетов (в основном, технических). Но вынужден констатировать: заново филиалы или представительства, вероятно, открыть не получится. Выходом может стать либо создание базовых кафедр вузов на предприятиях, либо – и у нас уже есть договоренности с двумя крупными учебными заведениями страны – открытие в нашем городе выделенного факультета вуза. Это когда университет переводит в другой город целиком имеющийся факультет, и человек, если хочет получить профессию, едет именно туда (и только туда). Этот вариант хорош тем, что предоставляет возможности не только для ржевских выпускников школ учиться не уезжая из дома, и тем, что сюда поедут получать профессию жители других городов. Да, безусловно, вопрос непростой и не быстрый: помимо помещений для занятий, нужна соответствующая инфраструктура, общежития, столовые – студенческий городок. На ее создание и решение оргвопросов понадобится не менее 3-4 лет, но я надеюсь, мы сможем это сделать.

– Говоря об образовании, мы чаще упоминаем высшее, а между тем, со сред-



ним специальным ситуация немногим лучше. Мы поднимали эту тему на встрече с губернатором Игорем Руденей 20 декабря, – продолжил глава округа. – Да, колледжи в Ржеве, в отличие от вузов, есть. Но выпускники наших школ ищут другие, потому что у большинства сейчас в приоритете – получение качественного среднего образования в техникуме с хорошей базой и быстрое начало трудового стажа. Например, в сельхозпроизводствах востребованы специалисты, которых учили не на тракторе МТЗ-75, а на современных компьютеризированных машинах. А многие учебные заведения до сих пор имеют старую материальную базу, и их выпускников нужно переучивать. Чтобы это преодолеть, нужны не просто прямые контакты с предприятиями и дни открытых дверей, нужен другой подход к подготовке специалистов. Такой, какой демонстрирует колледж в Западной Двине, или колледж им. Коняева в Твери, где сегодня конкурс на место до 10 человек, а студенты приезжают поступать даже из более крупных городов. Я хочу, чтобы такие колледжи были и у нас!

В обсуждении, которое стало довольно активным, участники форума затронули проблемы благоустройства, здравоохранения, предоставления жи-

лья, спорта. Много говорилось об активной жизненной позиции молодых людей и причинах того, что демонстрируют ее очень немногие.

– Мы, ограждая своих детей от участия в субботниках, уборки классов и других общественно полезных дел, получаемся, сами виноваты в том, что завтра они могут сказать «а нам это не надо» или «а нам за это не платят». Все идет еще со школьного возраста, и пока это не поменяется, будем пожинать такие плоды, – высказалась одна из участниц встречи.

– Да, когда мы найдем в себе силы перейти от общества потребителей к обществу созидателей, и каждый будет согласен что-то сделать для себя и других сам, тогда и результат будет лучший, – подтвердил Андрей Константинов.

А возможность взять на себя ответственность за команду и проявить активность присутствующим представилась здесь же: руководство работой форума энергично и профессионально взял на себя Вадим Трубицын. Первое, что он сделал – «перемешал» команды, заставив участников выйти из зоны комфорта (то есть из окружения коллег) и поработать совместно с совершенно другими людьми. Заново сформированные команды должны были не просто познакомиться, но и за отведенное время графически представить характеристику каждой. Кто-то увидел свою команду в виде дерева с общими корнями (семья, работа) и будущим (дети), кто-то сделал акцент на профессии или увлечениях, кто-то – на профессиональной реализации. В процессе деловой игры стало ясно: какая бы форма изложения ни была выбрана, все команды пришли к выводу, что объединенные общей целью люди, каждый со своим характером, набором качеств, ценностями и умениями, становятся сильнее вместе.

– Я много работаю в подобном формате, и признаюсь честно, ситуацию, когда в городе все составленные разными



командами плакаты так схожи по наполнению, вижу впервые, – отметил бизнес-психолог.

– Главное – пробудить в каждом из участников созидательную энергию, лидерские качества, – продолжил он, ког-

да участники ушли на кофе-брейк. – И в ходе выполнения заданий обязательно определяются те, кто просто хочет отсидеться, и люди, которые не боятся брать на себя ответственность и самостоятельно участвовать в активной деятельности.

Иногда, кстати, определяются впервые и неожиданно для себя и окружающих. И тут главное – чтобы пробужденная энергия не угасла вновь.

Деловая игра продолжалась три с лишним часа. Вадим Трубицын давал новые и новые задания, вновь «тасовал» участников по командам, усложняя тренинг и выполняя свое намерение вычлнить людей с лидерскими качествами и пробудить во всех созидательное начало. Они мечтали и «строили» для себя идеальное место для жизни, причем неременным условием тренера было сразу же указать, что каждый из них согласен сделать для этого сам и прямо сегодня.

В итоге, среди участников образовалась-таки команда лидеров, а «энергия созидания» пошла такая, что даже во время группового фото на память они продолжали обсуждение. И каждый вернулся на свое предприятие немного другим. Надо с радостью отметить, что представители нашего предприятия показали себя активными, креативными, умеющими быстро ориентироваться в ситуации и брать на себя ответственность. Эти качества во многом сформировались благодаря работе в нашем коллективе!

Кстати, организаторы пообещали, что такие встречи будут продолжаться. Ведь общепринятая практика доказывает: в игровой форме можно и нужно решать серьезные задачи. А наша молодежь доказала, и себе в том числе, что способна на многое, и реализовывать это нужно здесь.



«РЖЕВСКИЙ РУБЕЖ». ПРОДВИЖЕНИЕ СИЛЬНЫХ

ДЕСЯТЬ СИЛЬНЫХ

Оренбург, Саратов, Чита, Липецк, Белгород, Кемерово, Минск, Нальчик, Санкт-Петербург, Москва и область – и Ржев. Спортсмены со всей страны и ближнего зарубежья в конце осени съехались в Москву для участия в Открытом чемпионате мира WPF 2022, откуда команда ФОК «Дельфин» привезла несколько золотых медалей.



Участие в соревнованиях такого уровня, проводимых под эгидой российской организации (подразделение международной федерации World Powerlifting Federation) – это и ответственно, и престижно. Туда едут, чтобы продемонстрировать свой уровень и свои достижения (а цель каждого спортсмена – повышать его раз от раза), зафиксировать себя в разряде сильнейших и получить спортивный разряд (до мастера спорта международного класса) и поставить рекорд – личный, национальный, европейский или даже мировой.

В перечне проводимых федерацией турниров – такие, как Открытый чемпионат Европы, проходивший в июне 2022

года в Москве, Открытый Всероссийский турнир WPF «ПРОДВИЖЕНИЕ», «Кремлевский жим», турнир им. Александра Невского и другие. В год традиционно проходит около полутора десятков состязаний высокого уровня. Теперь среди них и Открытый Мастерский турнир WPF «РЖЕВСКИЙ РУБЕЖ», который проводится регулярно в августе.

К состязаниям готовятся заранее, набирают или, наоборот, сгоняют вес и, конечно, регулярно или упорно тренируются. Шутка ли – несколько сотен соперников!

Наш город в Москве представляли Константин Азизмамадов, Нодар Цуцкиридзе, Сергей Базанов, Алексей Виноградов со своими учениками Егором Шилкиным, Кириллом Русаковым и Андреем Чубатовым, Дмитрием Морозов, Дмитрий Булынин и Дмитрий Ивасенко.

Шестнадцатилетний Егор Шилкин и девятнадцатилетний Кирилл Русаков свой путь в профессиональном спорте только начинают, но и они заняли первые места в своих весовых категориях в дисциплине «становая тяга». Также первое место в этой дисциплине (в своей возрастной и весовой категории) у ржевятинина Андрея Чубатова – он выполнил норматив кандидата в мастера спорта.

Первое место в троеборье (приседание со штангой, жим лёжа и становая тяга) – у известного в Ржеве и за его пределами спортсмена-пауэрлифтера Константина Азизмамадова. Вес, взятый им по сумме трех дисциплин, составил 672,5 кг! Тридцатисемилетний Константин является мастером спорта международного класса и регулярно участвует в состязаниях. Немногим уступил ему Дмитрий Мо-



розов, выполнивший норматив КМС: 610 кг в троеборье, третье место в таблице победителей.

В абсолютном зачете среди спортсменов занял второе место спортсмен и тренер ФОК «Дельфин» Сергей Базанов. Сергею Юрьевичу исполнилось 60 лет, но он показывает отличные результаты: первое место (170 кг) в жиме лёжа в возрастной категории ветеранов!

Мастер спорта Нодар Цуцкиридзе в своей весовой и возрастной категории в жиме лёжа стал вторым с результатом 190 кг. А у Алексея Виноградова – второе место в абсолютном зачёте, норматив «элиты» среди любителей и впечатляющий результат в одной из самых зрелищных дисциплин пауэрлифтинга – народном, или многоповторном жиме. Суть его в том, что спортсмен поднимает от груди штангу собственного веса на то количество раз, сколько сможет. Алексей смог со штангой 112,5 кг, которую большинство мужчин не оторвали бы и от земли, сделать 34 повтора!

Еще одна интересная дисциплина пауэрлифтинга – строгий подъем штанги на бицепс. И здесь первое место опять-таки у нашего спортсмена – Дмитрия Булынина.

– Все участники команды «Дельфина» тренируются здесь же: спортивная база ФОКа для силовых тренировок, – говорит директор Дмитрий Ивасенко, – является лучшей в городе и включает в себя различные виды специального оборудования и тренажеров.



В «ДЕЛЬФИН» – ТРЕНИРОВАТЬСЯ

Спорт – норма жизни. К этому почти забытому девизу жители нашей страны (и Ржев – не исключение) сейчас активно возвращаются. В Ржеве действуют и востребованы людьми всех возрастов несколько спортивных клубов, частных студий йоги и фитнеса. Среди них – ФОК «Дельфин», где развивают несколько направлений.

Здесь учат плавать детей с 3-4-летнего возраста и тренируют профессиональных пловцов. Действует секция детского футбола. Для взрослых действует тренажерный зал, где можно заниматься самостоятельно и под руководством тренеров. Недавно, по многочисленным просьбам, возобновили занятия аквааэробикой.

Несколько раз в неделю проходят занятия по силовому тренингу, фитбол, степ-аэробика, пилота.

– Цена на абонементы установлена как для обычных, так и для льготных категорий, – поясняет Дмитрий Ивасенко. – Льготы имеет молодежь (до 18 лет) и студенты очной формы, многодетные семьи, пенсионеры, недавно мы добавили к ним участников боевых действий и специальных военных операций. Также льготная стоимость абонемента установлена для работников АО «Электромеханика», которое активно поддерживает ФОК и которое многое делает для улучшения «Дельфина» и для развития спорта в нашем городе.

РЖЕВ – СТОЛИЦА СИЛЫ

3 марта Ржев торжественно отметил 80-летие освобождения, а 4-го под брендом «Ржевский рубеж» в физкультурно-оздоровительном комплексе «Дельфин» прошли крупные соревнования по силовым видам спорта.

Пауэрлифтинг – один из активно развивающихся в нашем городе видов спорта. Ещё десять лет назад о нем мало кто знал, сегодня же команда ФОК «Дельфин» регулярно участвует во всероссийских соревнованиях и принимает турниры у себя «дома».

Ржев стал столицей силовых видов спорта нашего региона благодаря тому, что еще в 2013 году Сергей Аладышев,



действующий спортсмен и энтузиаст, официально представлял федерацию пауэрлифтинга AWPC/WPC по Тверскому региону. Начатое им дело продолжает жить и сейчас: как минимум дважды в год, в марте и августе, благодаря поддержке физкультурно-оздоровительного комплекса и «Электромеханики», спортсмены приезжают в Город воинской славы Ржев, чтобы побороться за новые рекорды и медали, покорить новые высоты перед самими собой и своими единомышленниками.

С каждым годом такие соревнования, уже традиционные, обретают престиж и статусность, собирают все больше участников из разных городов и регионов России. На этот раз география перешагнула столицы и Центральную Рос-



сию – зарегистрировались для участия спортсмены не только из Тверской, Смоленской, Псковской, Ивановской, Московской областей, но даже из Тюмени и Новосибирска. Соревнования проходили под эгидой всемирной профессиональной федерации пауэрлифтинга (World Powerlifting Federation), которую на турнире представлял лично генеральный секретарь WPF Russia Игорь Соловьев.

– Героические бои и победа под Ржевом явились переломным рубежом в Великой Отечественной войне, благодаря которой Красная Армия повернула врага вспять и прогнала до Берлина, – открывая соревнования, глава Ржевского муниципального округа Роман Крылов напомнил, почему состязания проходят под брендом «Ржевский рубеж». – Ржев сегодня продолжает традиции наших предков: наша крупная промышленность работает на российскую авиацию, делает всё, чтобы наше государство было сильнее. Жители города трудятся, молодежь учится, получает профессии, занимается спортом. Вы, спортсмены и тренеры, своим примером вдохновляете подрастающее поколение, и с каждым турниром в спортзале появляются новые ребята, и это замечательно. Желаю вам сегодня отличного настроения и новых побед!

Собравшихся также поприветствовали руководитель спорткомитета Ирина Гребенюк, спортсмены Константин Азизмамадов и НодарЦуцкиридзе, генераль-

ный секретарь WPF Russia Игорь Соловьев.

А затем спортивного вида ребята в фирменных белых футболках с эмблемами предприятия «Электромеханика», ФОК «Дельфин» закрепили помост, которому предстояло сегодня выдерживать сотни килограммов железа и силы духа, и турнир стартовал, чтобы длиться семь с лишним часов.

В первой дисциплине спортсмену нужно было, стоя «поднырнув» под находящуюся на грифе штангу, присесть и выпрямиться с ней в четком соответствии с правилами. Непрофессионалу сложно поверить, как можно вообще взять на плечи вес, от которого металлический гриф ощутимо гнется даже на железной стойке. 200, 230, 240, 270 кг – спортсмены покоряли эти внушительные цифры один за другим!

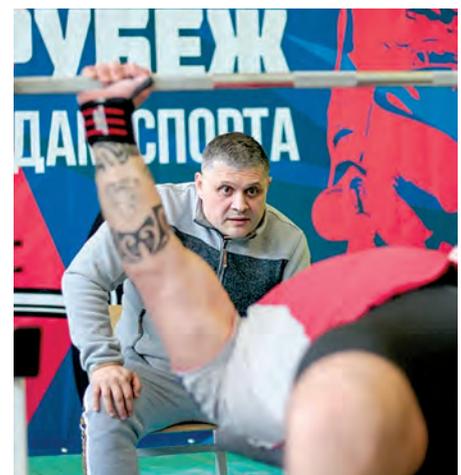
Такие же внушительные веса покорялись тяжелоатлетам в становой тяге и жиме лёжа, и не только тяжелоатлетам – среди мужчин были и девочки, иногда совсем юные. Хрупкая девочка Лейла Бабаян из Смоленской области в третьей попытке становой тяги шутя оторвала от пола 55 кг. А в многоповторном жиме (эта дисциплина всегда заставляет зрителей эмоционально реагировать на происходящее и подбадривать спортсменов, которые должны максимальное количество раз лежа поднять от груди штангу собственного (для мужчин) или половину собственного (для женщин и юниоров) веса)

Алена Панфилова сделала 17 повторений с 35-килограммовым весом!

Ржевитянин Алексей Виноградов, который и сам недавно показал новый рекорд, став чемпионом мира, 32 раза поднял от груди штангу в 110 кг.

– Федерация WPF – международная, действует с 1997 года, штаб-квартира её расположена в Великобритании, а главой является Дэвид Картер. В России она, придя на место другой федерации (WPC), начала действовать с 2017 года, но турниры под эгидой WPC идут с 2008-го, – рассказал Игорь Соловьев. Он признался, что турниры идут в основном в Москве, а в регионах это движение развивается пока неактивно, и Ржев в этом смысле – счастливое исключение.

– Мастерский турнир дает право на присвоение по его итогам звания мастера спорта (конечно, не международного класса, и мировые рекорды здесь тоже не фиксируются) – однако даже таких турниров в регионах России почти не проводится. В основном – в Москве и Московской области, и в основном всероссийского уровня, где собирается до 400 участников. Поэтому то, что в Ржев приехали более 80 человек – отличный результат, для меня он стал даже несколько удивительным. Порадовала и организация соревнований: скажу честно, придраться не к чему; оснащение тоже достойное. Ну и, конечно, наличие денежных призов является дополнительным стимулом для наших спортсменов. Наша федерация тоже старается наполнять призовой фонд, и по итогам состязаний в той или иной дисциплине победители получают материальное вознаграждение в дополнение к медали.





Здесь организаторы соревнований – АО «Электромеханика» и ФОК «Дельфин» – позаботились об этом сами.

вдвое больше его собственного, Алексей Громов одолел 190 кг (при собственном весе в 67), а Андрей Чубатов выполнил

И, конечно, хорошим показателем и отличным стимулом для спортсменов является участие и присутствие здесь таких тяжелоатлетов, чей уровень очень высок. Например, Евгений Волоский, чемпион в нескольких дисциплинах и обладатель спортивного звания «Элита России», Андрей Сапожников. Отдельная благодарность местным организаторам, к которым едут такие мастера! И в Ржеве тоже сильная команда. Сергей Базанов для своего возраста и небольшой весовой категории показывает очень впечатляющие результаты, Алексей Виноградов недавно выполнил норматив «Элиты» по многоповторному жиму, – сказал Соловьев.

Кстати, по итогам соревнований у Алексея Виноградова два первых места (в многоповторном жиме и жиме лежа) и второе – в абсолютном зачете. А еще он как тренер отлично подготовил своих учеников: они подтверждают звания мастеров спорта и к.м.с., ставят новые рекорды. Например, в становой тяге Егор Шилкин поднял штангу весом

норматив мастера спорта (245 кг).

Сергей Базанов, которому уже за 60, в многоповторном жиме показал результат в 34 раза со штангой весом 87,5 кг.

Наш Константин Азизмамадов, в становой тяге взяв вес в 300 кг, стал победителем и в абсолютной категории, набрав 441 балл. Мария Михайлова стала абсолютным победителем в своей категории в жиме лёжа (результат в третьей попытке – 60 кг), в этой же дисциплине первые места у Сергея Иванова из Сычёвки, Вячеслава Переезчикова из Калуги, Эдуарда Дмитриева из Великих Лук и Евгения Волоского из Москвы.

В многоповторном жиме поднял 87-килограммовую штангу 34 раза, заняв первое место в категории «мастера 60-64» и «открытая», другой победитель – Владислав Волчанов из Сергиева Посада. Среди девушек и juniоров абсолютными победителями стали Алена Панфилова и Дмитрий Орлов (его результат – 60 раз, вес штанги – 47 кг). Относительно новая дисциплина – строгий подъем штанги на бицепс – тоже выявила своих рекордсменов: у 20-летнего Ильи Воронова из Великих Лук результат – 72,5 кг, у 23-летнего Александра Березникова – 92,5!

Награждение после плотного соревновательного дня (ведь многие спортсмены из 80-ти выступали в нескольких категориях) проходило уже вечером. Традиционно, лучшие из лучших, а точнее, сильнейшие из сильных получили денежные поощрения, грамоты, уникальные кубки и медали от спонсора – АО «Электромеханика», и, конечно, заслуженные поздравления, а ещё – отличное настроение и намерение приехать на следующий турнир в Ржев.

В.В. ПАНФИЛОВ, руководитель департамента защиты бизнеса
ПЦ «Человек и Закон»

ОТДЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УЩЕРБА, причинённого преступлением

Мы уже обсуждали на страницах журнала тему генезиса права в современной России. И вывод о том, что это не застывшая, аморфная масса словесных конструкций, возведенных в свод правил или законов, нашла очередное подтверждение. Причем в рассматриваемом нами случае участниками урегулирования отдельного вопроса, касающегося определения суммы ущерба, оказались суды различного уровня и компетенции, вплоть до Конституционного Суда Российской Федерации¹.

В соответствии со статьей 3 ФЗ N 1-ФКЗ, в числе прочих полномочий Конституционного Суда РФ, на основании части 3.1. он ... «по запросам судов проверяет конституционность федеральных конституционных законов, федеральных законов..., подлежащих применению соответствующим судом в конкретном деле».

Вопрос касается одного из признаков уголовного правонарушения – предмета преступления, т.е. имущества, изъятого у законного владельца, опреде-

ления ущерба (его размера) и причинно-следственной связи между действиями и наступившими последствиями. В нашем контексте мы рассмотрим только имущественный ущерб в сфере преступлений против собственности².

Юридическая сторона преступлений против собственности выражается в нарушении субъективного права собственника. Преступление нарушает это право как данность, установленную определенными социальными правилами поведения всех членов общественной формации и гарантирующих отдельному субъекту (группе субъектов) правовую и фактическую власть над принадлежащей ему (им) вещь (имуществом), а также роль государства в обеспечении указанных гарантий.

В результате совершения преступления происходит полное или частичное уменьшение меры фактического и правового господства, закреплённого за субъектом – собственником того или иного имущества. Конечно, право на собственность, как таковое, у потерпевшего сохраняется. Как собственник он вправе истребовать свое имущество из чужого незаконного владения, потребовать возмещения причиненного ему вреда. Однако очевидно, что ни о какой реализации потерпевшим прав владения, пользования и распоряжения своим имуществом по своему усмотрению в этом случае говорить нельзя, эти правомочия у него юридически существуют, но реально не

¹ Федеральный конституционный закон от 21.07.1994 № 1-ФКЗ (ред. от 01.07.2021) «О Конституционном Суде Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.12.2021).

² Глава 21. Преступления против собственности. «Уголовный кодекс Российской Федерации» от 13.06.1996 № 63-ФЗ (ред. от 21.11.2022, с изм. от 08.12.2022).



исполняются³.

Уголовный кодекс не содержит понятия имущества как предмета преступления против собственности. При этом данное понятие конкретизируется в ГК РФ, где под имуществом определены отдельные вещи или их совокупность (ч. 2 ст. 15, ч. 2 ст. 46 ГК РФ); вещи, деньги и ценные бумаги (ч. 1 ст. 302, ч. 1 ст. 307 ГК РФ); совокупность наличных вещей, денег, ценных бумаг, имущественных прав и обязанностей субъектов (ч. 2 ст. 63 ГК РФ). Таким образом, законодатель отнес к имуществу, как предмету преступлений против собственности, вещи как предметы (объекты) материального мира, обладающие стоимостью, по поводу которых существуют отношения собственности.

Законодатель для разных составов преступлений против собственности определил разные эквиваленты рублевой стоимости похищенного (изъятого из пользования имущества). К примеру, в примечаниях⁴ к ст.ст. 158-159 УК РФ вво-

³ С.А. Елисеев Преступления против собственности. Томск, 2018. С.8.

⁴ Примечания. 1. Значительным ущербом в части пятой настоящей статьи признается ущерб в сумме, составляющей не менее десяти тысяч рублей.

2. Крупным размером в части шестой настоящей статьи признается стоимость имущества, превышающая три миллиона рублей.

3. Особо крупным размером в части седьмой настоящей статьи признается стоимость имущества, превышающая двенадцать миллионов рублей.

4. Действие частей пятой – седьмой настоящей статьи распространяется на случаи преднамеренного неисполнения договорных обязательств в сфере предпринимательской деятельности, когда сторонами дого-

ПОДВЕДЕМ ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ ИТОГ:

- ▶ предмет преступления (имущество) является необходимым признаком преступления против собственности, и его убытие из законного обладания собственником нарушает триаду прав – пользования, владения и распоряжения;
- ▶ незаконное изъятие имущества из законного пользования образует состав преступления и предусматривает защиту нарушенных прав силами государства через применение мер уголовного преследования и уголовного наказания виновного лица;
- ▶ предмет преступления является объектом материального мира, обладающим родовыми и (или) индивидуальными признаками, которые точно могут его идентифицировать среди иных объектов материального мира или в ряду похожих на него;
- ▶ предмет преступления (имущество) имеет стоимость, выраженную в денежной (рублевой) величине, которая для целей уголовного преследования имеет определённую градацию.

дятся понятия значительного ущерба, крупного размера ущерба и особо крупного размера ущерба. Причем, рублёвый эквивалент варьируется в зависимости от потерпевшего от преступного посягательства. Для случая совершения имущественного преступления в отношении собственности гражданина порог уголовного преследования значительно ниже, чем в случае преступления, совершенного в отношении юридического лица.

Теперь к сути разбирательства проблемы Конституционным Судом РФ.

Тихоокеанскому флотскому военному суду потребовалось разъяснение по вопросу расчета ущерба, причиненного преступлением, совершенным при следующих обстоятельствах.

Гражданин А., проходя военную службу по контракту с 1 сентября 2013 года по 31 мая 2021 года включительно,

вора являются индивидуальные предприниматели и (или) коммерческие организации (примечания введены Федеральным законом от 03.07.2016 № 323-ФЗ)

ежегодно подтверждая высший квалификационный уровень физической подготовленности, представлял поддельное удостоверение «Мастер спорта России» по настольному теннису. В этой связи издавались приказы о выплате ему ежемесячной надбавки за особые достижения в службе в размере 100% (вместо полагавшихся семидесяти) оклада по воинской должности. Таким образом, Единым расчетным центром Минобороны России ему необоснованно начислено 545 294 руб. 03 коп. (включая налог на доходы физических лиц в размере 70 897 руб.).

Полученными средствами гр. А. распорядился по своему усмотрению, чем причинил ущерб государству в сумме излишне начисленной надбавки.

Приговором Владивостокского гарнизонного военного суда от 8 октября 2021 года гр. А. признан виновным в мошенничестве (ст. 159 «Мошенничество» УК РФ), а именно в хищении имущества путем обмана в крупном размере, установленном исходя из суммы начисленной надбавки и налога на доходы физических лиц (НДФЛ), и осужден к штрафу в размере 400 000 руб.

Апелляционным определением Тихоокеанского флотского военного суда от 3 декабря 2021 года приговор изменен: из признанных похищенными денежных средств исключена сумма удержанного налога в размере 70 897 руб., а размер назначенного штрафа снижен до 250 000 руб.

Суд второй инстанции исходил из того, что сумма налога не входит в предмет хищения, определенный в п. 1 примечаний к статье 158 УК РФ, поскольку удержание налога из начисленного денежного довольствия осуществляется налоговым агентом самостоятельно во исполнение требований закона – независимо от действий и волеизъявления налогоплательщика, который лишен возможности как-то повлиять на его удержание.

Кассационный военный суд определением от 26 апреля 2022 года апелляционное определение отменил и направил уголовное дело на новое рассмотрение. Суд признал неверным то, как установлен предмет хищения (о чем мы рассуждали выше, формируя смысл и содержание предмета хищения и его стоимости), ука-

зав, что действия налогового агента по удержанию налога на доходы физических лиц из денежного довольствия военнослужащего не имеют правового значения для определения размера похищенных средств, а сам налоговый агент фактически действует в интересах виновного, лишь технически исполняя обязанность по уплате налога с полученного дохода.

Констатировано, что начислением гр-ну А. денежного довольствия в излишнем размере государству причинен ущерб, который составила вся выделенная на производство такой выплаты сумма – с учетом удержанного налога, а не только денежные средства, перечисленные военному служащему после удержания налога.

В результате уголовное дело в отношении гр-на А. вновь поступило в Тихоокеанский флотский военный суд, который определением от 28 июня 2022 года принял решение приостановить производство по делу и направить запрос в Конституционный Суд Российской Федерации.

Итак, три судебных инстанции и три мнения. Причем все три находят правовое основание утверждать противоположные мнения и считать их законными. Однако логика действий говорит о том, что преступление нужно считать оконченным с момента, когда лицо получило реальную возможность пользоваться и распоряжаться переданным ему имуществом, в рассматриваемом случае суммой, в которой не было суммы НДФЛ. Иной подход явно тяготеет положение подсудимого, поскольку неправильно определенный ущерб на стадии предварительного следствия и принятый судом за основание при постановке приговора, влияет на квалификацию преступного деяния и, собственно, на степень уголовного наказания.

Подтвердим нашу позицию мнением инициатора запроса в КС РФ. Тихоокеанский флотский военный суд утверждает, что пункт 1 примечаний к статье 158 УК РФ статьям 1, 18, 19, 45 (часть 1), 46 (часть 1) и 57 Конституции Российской Федерации позволяет расценивать удержание налоговым агентом налога на доходы физических лиц в качестве противоправного изъятия суммы уплаченного налога виновным в свою пользу и тем самым вклю-

чать эту сумму в предмет хищения наряду с фактически полученным путем обмана денежным довольствием.

В качестве правового обоснования своей позиции заявитель ссылается на то, что выделение денежных средств для выплаты денежного довольствия военнослужащим осуществляется за счет средств бюджетной системы Российской Федерации и начисляемый на денежное довольствие налог на доходы физических лиц перечисляется также в бюджетную систему, а это ставит под сомнение выбытие из обладания собственника (государства) суммы, составляющей налог. Также инициатор запроса отмечает, что включение в данном случае в предмет хищения сумм удержанного налога входит в противоречие с известным в правоприменительной практике пониманием момента окончания преступления, когда хищение признается оконченным с момента поступления имущества в незаконное владение виновного и тот имеет реальную возможность пользоваться или распоряжаться им по своему усмотрению (пункт 5 постановления Пленума Верховного Суда Российской Федерации от 30 ноября 2017 года № 48 «О судебной практике по делам о мошенничестве, присвоении и растрате»).

Тем не менее, случившийся прецедент, несмотря на трагичность ситуации, можно считать вехой в защите прав и законных интересов, пусть и людей, совершивших уголовно наказуемые деяния.

Конституционный Суд РФ, проанализировав правоприменительную практику справедливого определения суммы ущерба на основании Примечания 1 к ст. 159 УК, отметил.

С одной стороны, фонд заработной платы (фонд денежного довольствия военнослужащих) уменьшается на всю величину необоснованно начисляемой заработной платы (денежного довольствия), включая ошибочно удерживаемый налог на доходы физических лиц, что образует такой признак хищения как ущерб.

Это обстоятельство, а также то, что работодатель действует именно в качестве налогового агента, т.е. уплата налога осуществляется из средств, начисленных работнику, ведут к формированию судебной практики, которая включает удержанные в качестве налога суммы в



размер хищения (определения Кассационного военного суда от 29 сентября 2020 года № 77-214/2020 и – по вышеозначенному делу гр. А. – от 26 апреля 2022 года № 77-163/2022; определение Шестого кассационного суда общей юрисдикции от 10 февраля 2022 года № 77-961/2022).

С другой стороны, не может характеризовать в качестве корыстной цель виновного лица – перечисление удержанной налоговым агентом части необоснованно начисленной заработной платы (денежного довольствия) в бюджетную систему РФ. Кроме того, реальную возможность распорядиться похищенным виновный (работник, военнослужащий) получает только в отношении той части денежных средств, которые ему фактически выплачиваются (зачисляются на его счет).

Указанная логика дает основания для практики, в рамках которой суды исключают из размера хищения сумму удержанного налога, поскольку виновный ее не получает и не имеет возможности распорядиться ею по своему усмотрению (определения Кассационного военного суда от 28 января 2020 года № 77-6/2020, Четвертого кассационного суда общей юрисдикции от 20 декабря 2021 года № 77-5004/2021 и Шестого кассационного суда общей юрисдикции от 18 февраля 2021 года № 77-900/2021).

Из наличия судебных решений, согласно которым удержанный налог на доходы физических лиц исключается из размера хищения либо, напротив, вклю-

чается в него, следует, что практика по вопросу применения пункта 1 примечаний к статье 158 УК Российской Федерации противоречива и допускает два взаимоисключающих варианта толкования данной нормы.

Отсутствие надлежащего критерия для использования содержащихся в ней признаков хищения в ситуации, когда хищение сопряжено с нормативно предопределенным перечислением налога на доходы физических лиц, создает условия для различного применения данной нормы и, соответственно, произвольного определения размера хищения, во всяком случае влияющего на оценку степени общественной опасности содеянного, а, значит, и на строгость применяемых мер государственного принуждения.

Причем, в некоторых обстоятельствах дифференциация размера похищенного, в зависимости от включения или не включения в него суммы перечисленного в бюджет налога на доходы физических лиц, может оказаться определяющей для квалификации деяния по той или иной части статьи уголовного закона, а если совершенные деяния отнесены к разным категориям преступлений – для сроков давности привлечения к уголовной ответственности, т.е., опять же в некоторых обстоятельствах, для самой возможности назначения и исполнения наказания⁵.

⁵ Постановление Конституционного Суда РФ по делу о проверке конституционности пункта 1 примечаний к статье 158 Уголовного кодекса Российской Федерации в связи с запросом Тихоокеанского флотского

Далее Конституционный Суд РФ отметил, что порождаемая правоприменительной практикой неопределенность пункта 1 примечаний к статье 158 УК РФ достигает конституционной значимости и входит в противоречие с требованиями статей 19 (часть 1), 54 (часть 2) и 55 (часть 3) Конституции Российской Федерации, поскольку допускает различную оценку размера похищенного при совершении преступления одним способом при одних и тех же обстоятельствах.

При этом, поскольку любой из обозначенных подходов к решению вопроса не лишен своих правовых оснований и не является недопустимым с точки зрения Конституции РФ, Конституционный Суд РФ в данном случае не считает приемлемым прибегнуть к конституционно-правовому истолкованию оспариваемой нормы.

Тем самым пункт 1 примечаний к статье 158 УК РФ не соответствует Конституции Российской Федерации, а именно статьям 19 (часть 1), 54 (часть 2) и 55 (часть 3), в той мере, в какой, ввиду своей неопределенности, он допускает в правоприменительной практике различную оценку размера похищенного при хищениях, совершаемых путем обмана о наличии оснований для начисления или увеличения заработной платы (денежного довольствия) применительно к отнесению или не отнесению к этому размеру суммы налога, удержанной и уплаченной налоговым агентом с начисленной, под воздействием обмана, части заработной платы (денежного довольствия).

В условиях наличия в практике двух противоположных вариантов толкования одной уголовно-правовой нормы по одному и тому же вопросу, продолжение ее применения таким вариативным образом является недопустимым, при этом указание на необходимость применения менее благоприятного для подозреваемого (обвиняемого), подсудимого варианта противоречило бы природе Конституционного Суда РФ как органа, решения которого не должны приводить к ухудшению правового положения граждан в отношениях с государством⁶.

военного суда. Г. Санкт-Петербург, 8.12.2022 года.

⁶ Постановления Конституционного Суда РФ от 11 декабря 2014 года № 32-П и от 25 апреля 2018 года № 17-П).

В рамках компетенции Конституционный Суд РФ, руководствуясь пунктом 12 части первой статьи 75, статьями 79 и 80 Федерального конституционного закона «О Конституционном Суде РФ», установил следующий порядок исполнения Постановления:

ФЕДЕРАЛЬНОМУ законодателю надлежит, исходя из требований Конституции РФ и с учетом правовых позиций, выраженных в настоящем Постановлении, устранить выявленную Конституционным Судом РФ неопределенность правового регулирования в части оценки размера, похищенного при хищении, совершенном путем обмана о наличии оснований для начисления или увеличения заработной платы (денежного довольствия); **ЭТИМ** не ставится под сомнение правомочие федерального законодателя – в пределах его конституционной дискреции и с соблюдением вытекающих из принципов равенства и справедливости требований соразмерности уголовно-правовых и иных последствий совершенного деяния тяжести содеянного – выбрать способ решения данного вопроса;

ВПРЕДЬ до внесения в правовое регулирование изменений, вытекающих из настоящего Постановления, при определении признаков хищения, совершенного путем обмана о наличии оснований для начисления или увеличения заработной платы (денежного довольствия), не подлежит включению в его размер сумма налога на доходы физических лиц, которая исчислена и удержана налоговым агентом;

СОГЛАСНО пункту 5 части третьей статьи 79 Федерального конституционного закона «О Конституционном Суде РФ», основанием для пересмотра судебных постановлений в отношении лица, не являющегося заявителем, по жалобе которого Конституционный Суд РФ вынес постановление, является, в частности, то, что положения, признанные постановлением Конституционного Суда РФ неконституционными, послужили основанием для привлечения гражданина к уголовной ответственности.

Соответственно, признание пункта 1 примечаний к статье 158 УК РФ не соответствующим Конституции РФ, влечет пересмотр приговоров, именно в которых было включение в размер похищенного суммы налога на доходы физических лиц, которая исчислена и удержана налоговым агентом с соответствующей части заработной платы (денежного довольствия) для перечисления в бюджет.

И в завершении, Конституционный Суд РФ постановил: «Настоящее Постановление окончательно, не подлежит обжалованию, вступает в силу со дня официального опубликования, действует непосредственно и не требует подтверждения другими органами и должностными лицами».

Так поставлена, не побоимся этого слова, красивая точка в правовой неопределенности при определении размера ущерба в случае включения в орбиту

интересов потерпевшего, подсудимого третьей стороны в виде налогового агента. Разрешен принципиальный вопрос, касающийся судьбы, в том числе и уже лиц, осужденных за аналогичные преступления.

Нам представляется, что справедливое решение Конституционного Суда РФ в описанной ситуации может иметь последствия и для случаев участия налогового агента при удержании налога на добавленную стоимость (НДС), когда речь идет о частях 5,7 ст. 159 УК РФ. Рассуждая по аналогии с описанными выше положениями, можно прийти к выводу, что уплаченный (удержанный) в пользу налогового агента НДС не может рассматриваться как предмет хищения, поскольку у виновно лица нет возможности завладеть этой суммой и распорядиться по своему усмотрению.

Москва, февраль 2023 г.

В «ДЕЛЬФИНЕ» И ПЛАВАЮТ, И ЛЕТАЮТ!



В апреле при поддержке АО «Электромеханика» прошли первые в истории Ржева соревнования по авиамodelьному спорту в классе моделей F1E (комнатные планеры для ручного запуска). На них приехали юные участники из Осташкова, Нелидово, В. Волочка. Ржев представляли ребята из авиамodelьной секции Дворца культуры, которой руководит Роман Петрушин. Андрей Константинов, председатель Совета директоров АО «Электромеханика», подчеркнул, что турнир проходит в канун Всемирного дня космонавтики.

– Наше предприятие – единственное

в России, которое внесло свой вклад во все отечественные самолеты, во все проекты, связанные с авиацией, космосом, – сказал Андрей Викторович, и выразил надежду, что такие состязания станут традиционными!

Юным спортсменам-авиамodelистам по правилам турнира нужно было запустить свою модель так, чтобы она продержалась в воздухе максимальное количество времени. У кого-то самолетик резко взмывал вверх и через три-четыре секунды пикировал в пол, у кого-то набирал непредсказуемую траекторию врезался в стену, а у нескольких ребят точно запущенные модели летели вокруг своего автора, по спирали, и, описав несколько красивых кругов, плавно опускались – и только тогда судьи фиксировали результат. Выглядело это очень красиво и становилось понятно: каждая модель – это не просто игрушечный, подобный сложенный из бумаги модельке, самолет. Здесь каждая модель – результат точных расчетов длины фюзеляжа, размаха крыла, соотношений и углов. Поэтому ребята, которые занимаются в авиамodelьных секциях, знают и математику, и физику, и технику с малых лет и, взрослея, успешно поступают в престижные технические вузы и становятся востребованными специалистами ведущих авиазаводов.

– Конечно, мои выпускники часто выбирают технические специальности, связанные с авиацией и не только. Один из моих бывших ребят работает в КБ Ильюшина (Авиационный комплекс имени С.В. Ильюшина – это одно из ведущих предприятий России по разработке авиационной техники и один из основных заказчиков продукции АО «Электромеханика»), еще один – в ЦМКБ «Алмаз» («ЦМКБ «Алмаз» – ведущий российский проектант кораблей разного назначения), инженерами работают очень и очень многие, всех сразу не вспомнишь, – говорит Константин Анисимов из Вышнего Волочка. Сегодня в его секции восьмиклассники сами строят модели, рассчитывают параметры, недавно



один из них для школьной олимпиады сделал радиоуправляемый МИГ-29.

Константин Юрьевич несколько лет назад приезжал в Ржев для участия в подобных соревнованиях, только для кордовых моделей, на «Горизонте» – их тоже проводила «Электромеханика» в честь годовщины со дня образования предприятия.

Очень сильная авиамodelьная секция в Осташкове: оттуда приехали ребята, чьи модели держались в воздухе увереннее и дольше других. Так, у Евгения Кудрина самолет летал по 17, 18, а в третьем туре – 19 секунд. Это стало абсолютным рекордом состязаний: 54 балла и первое место!

У Романа Петрушина в фестивале участвовало четверо воспитанников.

– Сейчас мальчишки приходят заниматься уже с 1-3 класса, – говорит Роман Николаевич. – Что для этого нужно? Умение строгать, резать ножом, рисовать и желание заниматься авиацией, а может, и мечту стать космонавтом... Очень надеемся, что состязания станут постоянными, – добавляет Роман Петрушин. И в этом есть резон: кому, как не Ржеву, где целых две авиамodelьные секции и целых два связанных с авиацией предприятия, приглашать юных авиаконструкторов? Пусть их модели и их мечты летят еще выше!

