



Научно-технический журнал

ЭЛЕКТРОМЕХАНИК

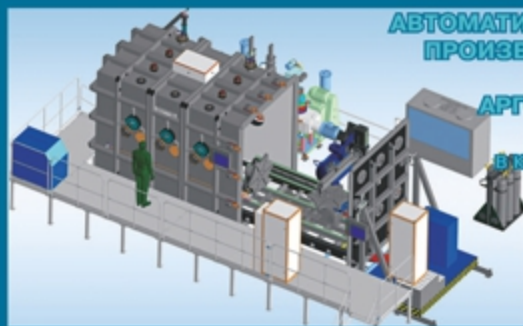
№23 | май 2022 | www.el-mech.ru

ШАНС ПОДНЯТЬСЯ ВЫШЕ ДАЁТ ИМЕННО ВСТРЕЧНЫЙ ВЕТЕР

ЧТОБ НЕ ПРОПАСТЬ ПООДИНОЧКЕ

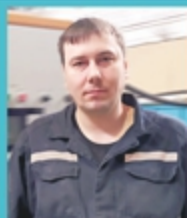


СИЛАЧИ ВЗЯЛИ
«РЖЕВСКИЙ РУБЕЖ»



**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ
ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ
СИСТЕМА
АРГОДУГОВОЙ
СВАРКИ**
в контролируемой
атмосфере

**БУДУЩЕ
НАСТУПИЛО**
Дмитрий
Арсин



**РАБОТАТЬ
ЛЮБЛЮ!**
Альберт
Агабеков

77-ЛЕТИЕ ВЕЛИКОЙ ПОБЕДЫ



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИГРАФА
в обеспечении безопасности
бизнеса



Уважаемые читатели журнала «Электромеханик»!

Очередной номер нашего журнала выходит в печать спустя три месяца после начала специальной военной операции и жизни в новых экономических и политических реалиях. Практически все население нашей великой страны сплотилось вокруг принятого Президентом РФ решения, направленного на защиту не просто интересов России, но ее истории, жизненного уклада, культурных традиций, – решения, безусловно, способствующего росту патриотизма.

Однако патриотизм как глубокое многогранное понятие основан не только на сохранении исторической правды и культурных ценностей и их передаче будущим поколениям. Он связан с развитием возможностей и укреплением достигнутого, в том числе и в промышленности. Создаваемые так называемыми западными партнерами сложности направлены на, как им кажется, полное уничтожение всей российской промышленности и привнесение крайне неблагоприятных условий для жизни населения РФ. Однако с их стороны не учтены особенности менталитета русских людей, которые на протяжении всей своей истории доказывают: чем сложнее воздействие внешних факторов, тем более способны мы объединяться для достижения самых сложных результатов и решения, казалось бы, нерешаемых задач.

Нас пытаются ограничить в доступе к информационно-научным ресурсам, к новым технологиям, однако при этом забывают, что в значительной степени родоначальниками многих уникальных технологий являлись как раз научные организации и предприятия России.

И сейчас, благодаря всем действиям, идущим извне, я уверен, перед нами открываются новые двери: мы можем проявить себя, продемонстрировать технологические возможности, подкрепленные большим накопленным опытом, проводить новые исследования, открывать новые перспективные направления деятельности. Как раз благодаря навязываемому нам разделению, мы больше познаем наши собственные ресурсы, находим скрытые резервы, возобновляем партнерские отношения внутри страны.

Раньше, вследствие развития мировой торговли (иногда и вовсе по необъяснимым причинам), мы пытались искать решения на Западе; сегодня, оглянувшись, понимаем, что многое мы способны реализовывать без особых усилий и у себя. Да, на данном этапе не нужно лукавить, что мы способны к стопроцентному решению всех вопросов. Но благодаря государственной поддержке, правильной расстановке основных приоритетов, вовлечению всех без исключения в достижение целей, мы решим и остальное, включая то, что сегодня представляется архисложным. «Электромеханика» всегда ориентировалась на потребности своих партнеров, предлагала оптимальные решения, обеспечивала реализацию высокотехнологичных проектов. Нынешний период не станет исключением.

А.В. КОНСТАНТИНОВ, председатель Совета директоров ПАО «Электромеханика»

**СОДЕРЖАНИЕ**

ГЛАВНАЯ ТЕМА _____	2
Чтоб не пропасть поодиночке	
ТЕХНОЛОГИИ _____	7,23
Автоматизированная производственная система аргонодуговой сварки в контролируемой атмосфере	
Агрегат нанесения покрытий АПН-250	
НА СВОЕМ МЕСТЕ _____	27,35
Будущее наступило	
«Работать люблю!»	
НОВОСТИ ОТРАСЛИ _____	29,38
ТЕХНОЛОГИИ _____	30
Время требует, мы отвечаем	
НАШИ ПАРТНЕРЫ _____	32
Станкомашкомплекс на пути цифровизации	
СОЦИАЛЬНАЯ РОЛЬ _____	36,39
77-летие Великой Победы	
Виктор Константинов – человек года	
СПОРТИВНАЯ ЖИЗНЬ _____	41
Силачи взяли «Ржевский рубеж»	
ПРАВО _____	44
«Человек и закон»: Отдельные аспекты использования технических средств (полиграф) в обеспечении безопасности бизнеса	

«Электромеханик»
Научно-технический журнал
№ 23
Май 2022

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

ЧТОБ НЕ ПРОПАСТЬ ПООДИНОЧКЕ

*Как вождельно жаждет век
Нащупать брешь у нас в цепочке!
Возьмемся за руки, друзья,
Чтоб не пропасть поодиночке...*



Насколько странно видеть стихотворные строки из песни Булата Окуджавы в техническом журнале, настолько же точно они подходят к сегодняшнему моменту в действительности, экономике, промышленности...

«У нас в цепочке» – говорится в песне. В выстроенной нами цепочке производственной кооперации, логистических путей, внутри- и межкорпоративных связей, в результате взаимодействия которых каждое отдельно взятое предприятие рождало свой продукт на оптимальных для себя и момента условиях, теперь сквозят бреши. Привычные поставщики материалов и сырья, узлов и комплектующих, оборудования и программных продуктов, по собственной ли воле или вследствие государственной политики своих стран, приостановили (или прекратили вовсе) сотрудничество с Россией. Но мы здесь вовсе не настроены смиренно сложить руки и тихо пойти на дно. Потому что государственные задачи, стоящие перед нами, и коллективы, стоящие за нами, никуда не делись, как не перестали существовать наши производственные мощности и

индустриальная миссия. И не впервые на нашей памяти в российской экономике и производственной сфере усложняются ключевые, казалось бы, условия, и не впервой нам искать и находить разумные и даже порой неординарные пути дальнейшей работы.

Россия – страна не только большой территории, но и больших возможностей и большого опыта адаптации. И в ситуации, когда слово «импортозамещение» становится не декларативным лозунгом, а реальным вектором развития промышленности и экономики, очень важно при-

стально посмотреть вокруг и пообщаться с коллегами, чтобы проложить этот вектор вместе и помочь друг другу.

Два года подряд наше предприятие из-за эпидемиологической ситуации откладывало традиционную научно-техническую конференцию, которая с 2014 года обрела статус ежегодной, каждый раз принимая все больше участников. В нынешнем году количество представленных на ней специалистов и предприятий еще возрастет, потому что общих и актуальнейших тем для обсуждения накопилось очень и очень много. И потому, что формат обмена



знаниями, опытом, технологиями и связями, возможность которых такая конференция дает, в сегодняшних условиях еще более необходим и востребован, чем раньше. Понимают это подавляющее большинство руководителей и специалистов промышленных предприятий нашей отрасли.

Среди гостей нашей конференции в будущем теперь уже совершенно точно расширится представительство авиахолдинга «Вертолеты России», который раньше, так случилось, сотрудничал с ПАО «Электромеханика» менее активно, чем это делают практически все авиа- и двигателестроительные предприятия страны. Но после 26 апреля, когда состоялся рабочий визит на «Электромеханику» представителей четырех входящих в холдинг предприятий (АО «Редуктор ПМ», АО «СМПП», АО «УАЗ» и АО «Казанский вертолетный завод»), кооперативные связи обещают возобновиться.

Инициатором поездки в Ржев стал главный технолог и директор по развитию АО «Вертолеты России» Дмитрий Захаров.

Рабочее общение началось с презентации, рассказывающей об истории, основных направлениях, наработках нашего предприятия. Пояснения к презентации давал доктор технических наук Юрий Соколов, который вместе с генеральным директором ПАО «Электромеханика» Виктором Константиновым и его заместителями и директорами ряда направлений Олегом Анищенко, Валерием Дьяковым, Николаем Чупятовым, Андре-

ем Константиновым участвовал в разговоре с гостями.

Освоенные нашим предприятием технологии и обширные научные знания его специалистов стали понятны гостям еще тогда, когда они увидели слайды с оборудованием и, как практикующие специалисты, стали интересоваться применяемыми «Электромеханикой» процессами. И удивились, получив утвердительный ответ на вопрос, эксплуатируются ли представленные на слайдах установки для гранульной металлургии.

Таких установок несколько, они успешно работают и в России, и за рубежом, а в направлении аддитивных технологий ПАО «Электромеханика» трудится уже два десятилетия: это и производство сырья – металлических порошков и гранул методом центробежного распыления (установки серии «Гранула»), и селективное электронно-лучевое спекание (установки типа СЭС), и установки для сепарации гранул...

И еще более удивились участники визита, узнав, что такое оборудование – интеллектуальный продукт собственного научно-технического центра в составе ПАО «Электромеханика». ПАО «Электромеханика» разработало целую линейку высокотехнологичных установок для получения высококачественного металлического порошка, включая гранулы из тугоплавких металлов и сплавов методом PREP (вращающегося электрода с плазменным нагревом). Данный метод мыслится специалистами нашего предприятия как более перспективный, поскольку

обеспечивает высокое качество гранул при простом и надежном регулировании их размера, с наиболее предпочтительной структурой.

– Наше предприятие участвовало в государственной программе по разработке отечественного оборудования для аддитивного направления, – продолжил Юрий Алексеевич. – Наши атомайзеры использует АО «ВИЛС», АО «СМК», мы спроектировали и сделали целый участок для аддитивного направления в НИЦ «Курчатовский институт» – ВИАМ.

ПАО «Электромеханика» вела исследования и в отношении получения гранул алюминия, активно применяемых в производстве винтокрылых машин. Однако предпочтения были отданы другим металлам, в том числе тугоплавким, а при наличии спроса и конкретного заказа от потребителей, любое направление можно и нужно развить и продолжить, пояснили специалисты ржевского предприятия. Будут решены и вопросы сертификации материалов, тем более что сейчас, в условиях, когда отечественным производителям, нацеленным на импортозамещение, есть указание свыше давать зеленый коридор, эти процессы обещают быть более оперативными, чем раньше.

В ответ на вопрос о контроле качества производимого установками сырья для гранульной металлургии, Юрий Соколов пояснил: «Электромеханика» в глубокой лабораторной работе сотрудничает с несколькими институтами, проводя исследование на их специально оснащенной базе.

– Контроль продукции – более прерогатива предприятия, которое ее производит. Мы же производим установки, которые, в свою очередь, серийно производят порошок. Готовы просчитать любую задачу, которая будет перед нами поставлена. Наша работа – осмыслить предложение и найти варианты его реализации, – добавил Юрий Алексеевич.

Он продолжил презентацию, отдельно рассказав о каждом направлении работы нашего завода, об установ-





ках, которые по производительности и технологиям не уступают зарубежным аналогам, а по характеристикам их превосходят.

Говоря о вакуумном и атмосферном термическом оборудовании, где происходит термообработка разных видов металла при температурах от 200 до 2500°C, докладчик остановился на способах нагрева и применяемых нагревателях, способах охлаждения, габаритах ваку-

умных установок (что само по себе является показателем возможностей нашего предприятия) и технических параметрах в камере, также не обошел вниманием собственные разработки для импортных печей и их возможности:

– Тепловой блок производства «Электромеханики» подойдет для укомплектования любого оборудования под конкретные требования заказчика. Такие известные производители, как SCHMETZ,

IPSEN и ALD, такого не предлагают. У них заказчики адаптируются к возможностям изготовителя, к его фиксированному набору характеристик оборудования, а не изготовитель к потребностям заказчика, как это делаем мы.

Юрий Алексеевич еще остановился на системах управления оборудованием, которые на нашем предприятии тоже «собственного производства». Рассказал о применяемых нами математических моделях, которые позволяют вести контроль, прогнозировать и делать расчеты, точно отслеживать все параметры техпроцесса и получаемого продукта, включая микроструктуру и химический состав...

– Цифровые двойники всего нашего оборудования позволяют нам прогнозировать износ основных частей и ход эксплуатации на длительную перспективу. Если мы не будем применять математическое моделирование в оборудовании, мы отстанем от зарубежных производителей. Наша задача – применить на практике, воплотить в оборудовании то, что многократно описано в десятках научных трудов. И мы это делаем.

– К сожалению, в настоящий момент мы не можем вам показать «в металле» большого количества оборудования по вашему направлению. У нас нет серийных установок, мы не делаем их для себя, а работаем под конкретные требования заказчика, поэтому собранные установки сразу уезжают на предприятия отрасли, – по завершении презентации добавил генеральный директор ПАО «Электромеханика». – Практически все предприятия авиа- и двигателестроения в нашей стране работают сегодня на оборудовании, которое сконструировала и изготовила «Электромеханика». Мы активно сотрудничаем с ОДК, ОАК, Роскосмосом, сохраняя и поддерживая контакты и связи десятилетиями. Думается, вам будет интересно посмотреть на крупногабаритную установку, которую мы сейчас производим по заказу ПАО «Туполев» для дробеметного формообразования фюзеляжа и крыла самолета.

– Но главное, что мы постарались сохранить, и нам это удалось – научно-техническое «ядро» предприятия, связь времен, преемственность решений, тех-

нологий, воплощенных в оборудовании. И это очень значимо, потому что когда ФРГ уничтожило такую связь и преемственность в естественных науках и в частности в физике, там перестали рождаться великие открытия, – добавил Соколов.

Немало удивило участников рабочей поездки то, что в научно-техническом центре «Электромеханики» трудятся всего около 50 специалистов.

– Да, и мы готовы принять больше. Но, к сожалению, реформы высшего образования уничтожили сложившиеся связи и практику подготовки технических специалистов. Поэтому мы прилагаем все усилия, чтобы это восстановить, – добавил замгенерального директора по экономике Андрей Константинов.

Увидеть достижения и возможности ПАО «Электромеханика» воочию гостям, конечно же, удалось. Будучи практикующими специалистами – а в составе делегации были главные металлурги, технологи, энергетики и инженеры, – они оценили и оборудование, и способы сварки и обработки крупногабаритных узлов установок, и сами их габариты, и технологии. Замдиректора по производству и доктор технических наук Николай Чупятов с готовностью отвечал на вопросы, рассказывал о применяемых техпроцессах, показывал узлы установок и тут же, на ходу, предлагал методы и способы реализации обозначенных потенциальными заказчиками производственных и научных вопросов. И еще подсказывал варианты оптимального по цене и качеству оснащения установок комплектующими в условиях санкций.

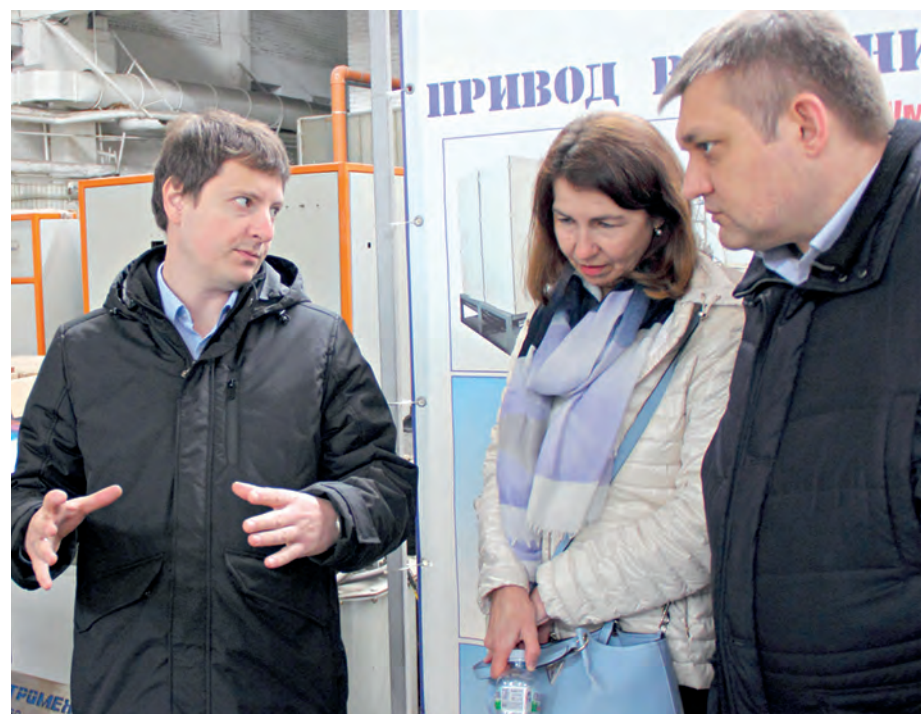
– В условиях России вполне можно найти производителей практически любого оборудования, – считает Николай Николаевич. – У нас есть багаж знаний, есть традиции, есть опыт и есть энтузиасты своего дела. Общась, мы будем их знать и делиться контактами. Это сегодня необходимо. Зависимость от импорта – не лучший для нас вариант. А такой толчок, как сегодня, как раз может стать отличным стимулом к развитию.

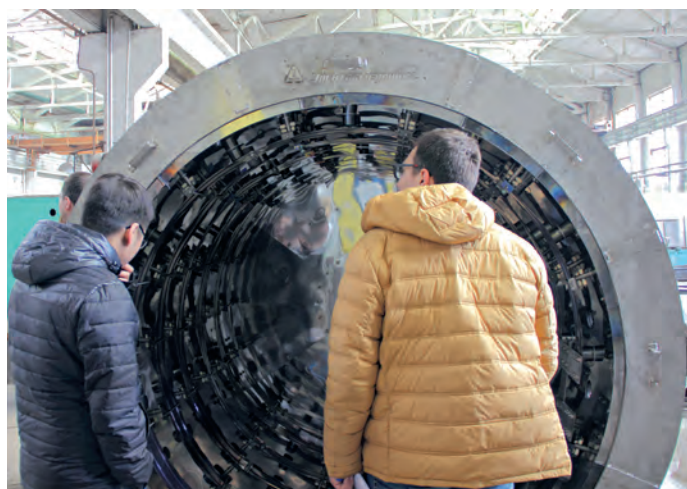
Что касается оборудования и того, что можем именно мы, – не ошибусь, сказав, что сегодня все лопадки авиадвигателей в России отливаются на оборудовании, которое изготовила «Электромеха-

ника». Мы поставляем целые комплексы по требованию заказчика, укомплектовываем предприятия, цеха, линии, установки разным оборудованием и насыщаем технологиями. Даже если вы не знаете, какое именно оборудование вам нужно, но у вас есть задача и примерный объем ожидаемой продукции – мы просчитаем и предложим вам варианты в соответствии с нашими возможностями, – еще раз повторил он...

Именно так, кстати, родилась упомянутая в начале публикации установка

для дробеструйного формообразования и упрочнения крупногабаритных панелей самолета. Сегодня эта огромная конструкция в сборе стоит в высокой зоне одного из цехов «Электромеханики». Николай Чупятов рассказал представителям «Вертолетов России», при помощи каких процессов из ровного цельного листа металла до 25 метров длиной и до 3 шириной на выходе из установки получается такого же размера крыло сложной конфигурации. А ведь данная технология родилась из задания, которое три года





назад привез на очередную научно-техническую конференцию «Электромеханики» главный технолог «Туполева» Сергей Тепаев. К следующей конференции ведущий инженер-конструктор НТЦ «Электромеханики» Сергей Гусев уже в докладе обрисовал то, как видели решение этой проблемы ржевские специалисты, а сегодня установка готовится к проведению технологических испытаний.

– Да, сегодня момент для нашего государства и для нас с вами непростой, – отметил Виктор Константинов в совещании по итогам знакомства с нашим предприятием. – К сожалению, за годы утрачена практика координации со сто-

системно собрать задачи и обозначить проблемы, сегодня нет. Но огромный для нас плюс – мы сами можем попробовать создать такую площадку, создать возможность использовать опыт, накопленный каждым, в сотрудничестве друг с другом, в обмене технологиями, в научных идеях. Даже рядовые прежде вопросы с заменой станков, инструментов, поставкой материалов мы можем проще решать сообща – тогда и санкции не будут иметь тяжелых, критических последствий.

– И мы увидели пример такого сотрудничества, – заметила главный металлург АО «Редуктор ПМ» Наталья Кузнецова. – У вас есть понимание и готовые

технические решения по адаптации друг к другу оборудования от разных производителей, по комплектации производства российскими аналогами тех или иных рабочих узлов.

В ходе обсуждения встречи родился ряд предложений по поставкам вакуумного, сварочного электронно-лучевого оборудования, установок для нанесения покрытий, поскольку задача продления срока службы рабочего инструмента встала практически перед каждым производителем в условиях, когда поставка запчастей и покупка нового инструмента затруднена. Шла речь о перспективах модернизации термического участка на одном из предприятий холдинга и пусть отдаленной, но реальной перспективе строительства нового литейного участка. Очень заинтересовали гостей возможности и опыт «Электромеханики» в аддитивном направлении: того, что российские производители могут создавать такого класса оборудование для выпуска и сепарации порошков и производства готовых деталей, многие не задумывались.

– Безусловно, все предприятия нашего профиля знают о вашем предприятии, – подчеркнул заместитель главного металлурга АО «УАЗ» Александр Федоров. – Но такие визиты и демонстрация возможностей еще раз показывают, что здесь, внутри страны, можно найти красивые технические решения текущих проблем... Я убежден, что общение людей, перед которыми каждодневно стоят такие задачи, жизненно необходимо. Что касается заказов, я надеюсь, что после моего доклада руководству мы в короткий срок сможем направить вам техзадание на вакуумную печь для термообработки деталей.

Итогами визита и обретающей после него реальные очертания перспективой перевести все увиденное в практическую плоскость остался доволен и Дмитрий Захаров.

Мы же подтверждаем, что такой проверенный и продуктивный способ общения, как научно-техническая конференция на «Электромеханике», снова станет доступным. Важность прямого общения практических специалистов сейчас стала буквально жизненной. Чтоб предприятия не пропасть поодиночке.

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

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ СИСТЕМА АРГОНОДУГОВОЙ СВАРКИ в контролируемой атмосфере

Изменение подхода к организации производства в рамках таких концепций как Industry 4.0, Smart Manufacturing, Manufacturing Cloud, Society 5.0 заключается в интеграции производственных и информационных технологий; создании информационной модели ПС, прогнозирующей поведение реального объекта с высокой степенью точности на всех этапах жизненного цикла, включая этап эксплуатации.

Сварочное производство, 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.

Теория иерархических систем облегчает раскрытие внутренних закономерностей сложной системы, позволяет выявить различные способы её декомпозиции в виде иерархий абстрагирования. Для каж-

дого уровня абстрагирования (страты) 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 производственной системы в пределах и вне страты.

Стратифицированное описание производственной системы аргонодуговой сварки (АДС), включающее семейство моделей на каждом абстрактном уровне (системном, алгоритмическом, информационном, измерительном, инструментальном и технологическом), представлено на рисунке.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СТРАТА

В процессе АДС происходит взаимодействие гидродинамического, температурного, электромагнитного поля, поля упругих напряжений. Формирование сварочной ванны осуществляется за счёт тепла, которое выделяется в электрической дуге между неплавящимся вольфрамовым электродом и изделием. В начальный момент времени для преодоления поверхностного потенциального барьера к электроду и изделию подводится импульс высокого напряжения от осциллятора, что приводит к эмиссии электронов с вольфрамового катода, ионизации атомов инертного газа, образованию плазмы и возникновению дуги. При прохождении тока по вольфрамовому электроду он нагревается до высокой температуры, обеспечивая в дальнейшем термоэлектронную эмиссию. Скорость электронов определяется по формуле:

$$v = \sqrt{\frac{2eU}{m}},$$

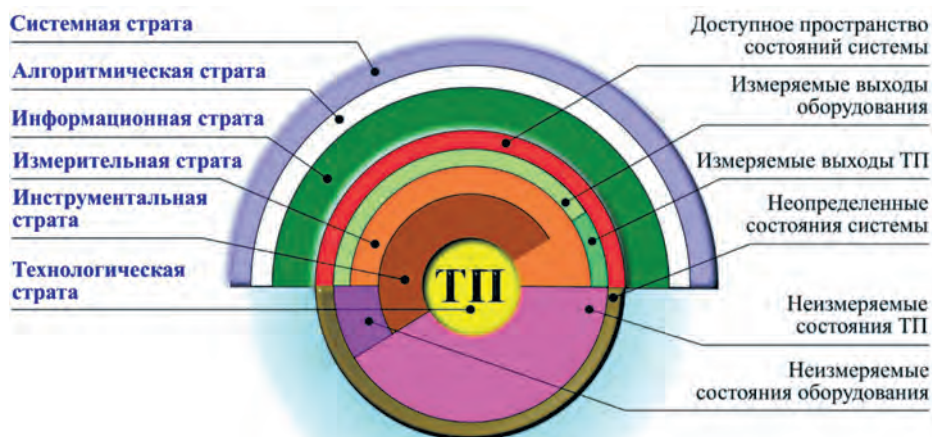
где m – масса электрона ($9,1 \cdot 10^{-28}$ г);

v – скорость электрона, км/с;

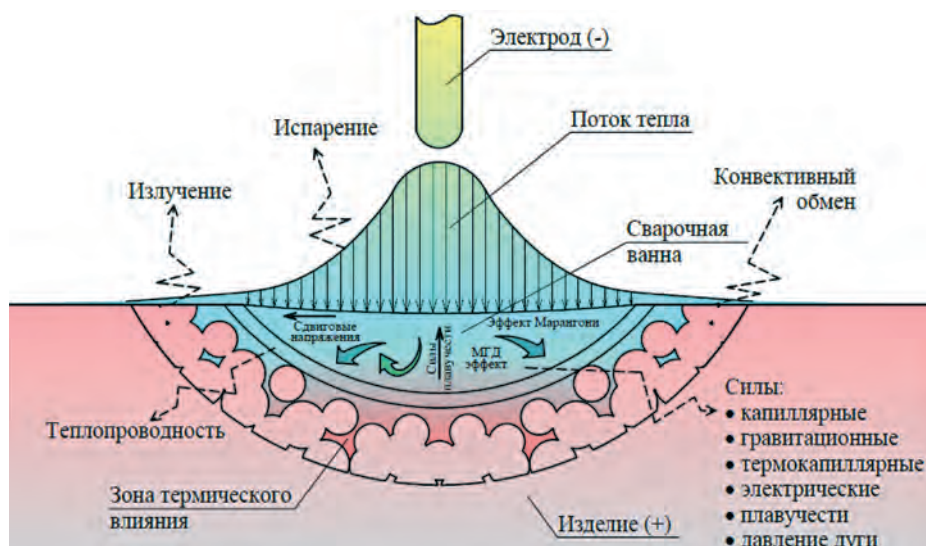
e – заряд электрона ($1,6 \cdot 10^{-12}$ эрг);

U – разность потенциалов на участке пути, пройденном электроном, В.

Электроны со скоростью v перемещаются от катода, ионизируют газ, создавая электрическую дугу, состоящую из электронов, положительных и отрицательных ионов, нейтральных атомов. Электрическая дуга имеет несколько областей: катодный электронный слой,



Стратифицированное представление производственной системы



Физические процессы, происходящие при сварке

плазменный шнур, анодный электронный слой. Устойчивость электрической дуги зависит от количества ионизированных элементарных частиц в её столбе.

Взаимодействие электрической дуги с изделием приводит к формированию сварочной ванны, состояние металла в которой определяется совокупностью физических процессов, протекающих на различных пространственных и временных масштабах. Глубина проплавления и форма сварочной ванны определяются концентрацией вводимой в область сварки энергии. Кристаллизация материала протекает в условиях больших градиентов температуры, напряжений и деформаций.

Потери тепла на поверхности материала определяются конвективным, радиационным и кондуктивным теплообменом, а также испарением металла с поверхности расплава при высокой интенсивности теплового источника.

В материале изделия наблюдаются три характерные области. В первой области имеет место плавление и затвердевание металла. Вторая область характеризуется тем, что она подвержена действию источника тепла, но материал остается в твердом состоянии. В ней наблюдается рост зерен, рекристаллизация. В третьей области, представляющей собой основной металл, сохраняется исходная микроструктура материала. Также имеет место промежуточная узкая зона, в которой металл является частично проплавленным

(температура изменяется в интервале между температурой солидуса и температурой ликвидуса). Для описания процессов в этой области применяется теория переноса в пористых средах. Состояние металла в ванне расплава определяется силами плавучести, электромагнитными силами, силами поверхностного натяжения, давлением дуги. Конвективный теплообмен и течение металла в зоне расплава оказывают влияние на состояние материала в первой и второй областях, а также размер этих областей и их форму. Неравномерное распределение температуры в сварочной ванне и градиент температуры между осью и периферийной областью приводят к возникновению естественной конвекции. На форму сварочной ванны оказывает влияние давление дуги.

Плотность металла уменьшается с увеличением температуры. Поскольку источники тепла сосредоточены в центре поверхности сварочной ванны, в центре сварочной ванны температура жидкого

металла выше, чем по краям. Гравитация вызывает движение более тяжелой жидкости с краев ванны вглубь, следовательно, жидкий металл тонет вдоль границ ванны и поднимается вдоль оси ванны. Скрытая теплота выделяется или поглощается, когда материал претерпевает фазовые изменения.

Линии тока концентрируются вблизи центра сварочной ванны (анодного пятна) и направлены от катода к изделию. Жидкий металл проталкивается вниз по центру ванны и поднимается вдоль краев сварочной ванны, образуя вихрь, направленный против часовой стрелки. Чем меньше размер анодного пятна, тем плотнее линии тока и, следовательно, тем больше сила Лоренца, действующая вниз на жидкий металл. Напряжение сдвига вызвано градиентом поверхностного натяжения в отсутствие поверхностно-активного вещества. Жидкий металл с более низким поверхностным натяжением движется в радиальном направлении от центра сварочной ванны к краям с более высоким поверхностным натяжением. Внешнее напряжение сдвига индуцируется на поверхности ванны градиентом поверхностного натяжения.

Управление процессом сварки характеризуется совокупностью параметров, которые условно можно разделить на три группы:

1. Энергетические, определяющие вклад энергии в процесс образования сварного соединения: ток и напряжение дуги, температурное поле $T(x, y, z, t)$.
2. Кинематические, характеризующие пространственное перемещение или положение сварочной головки относительно изделия (скорость сварки, скорость подачи присадочной проволоки, амплитуда и частота вибраций электрода относительно стыка).



Способы управления качеством сварного соединения

3. Технологические, определяющие условия формирования и кристаллизации сварного шва (диаметр электрода, форма и размеры разделки, зазор между свариваемыми изделиями, положение шва в пространстве и др.).

Энергетические и кинематические параметры главным образом определяются выбранным процессом сварки и физическими свойствами материала. Качество сварного соединения в значительной степени определяется технологическими параметрами процесса АДС:

- ▶ задержка на включение перемещения электрода;
- ▶ режим подачи присадочной проволоки (непрерывный, импульсный);
- ▶ задержка на включение присадочной проволоки;
- ▶ задержка на включение колебаний электрода;
- ▶ ток дуги;
- ▶ напряжение дуги;
- ▶ режим работы источника питания (непрерывный, импульсный, постоянный, переменный);
- ▶ ток паузы;
- ▶ ток импульса;
- ▶ время нарастания импульса;
- ▶ время спада импульса;
- ▶ время паузы;
- ▶ время импульса;
- ▶ скорость сварки;
- ▶ скорость подачи присадочной проволоки;
- ▶ диаметр присадочной проволоки;
- ▶ амплитуда колебаний электрода;
- ▶ период колебаний электрода.

Выбор способа управления определяется типом сварного соединения, формой разделки, пространственным положением шва и особенностями технологии сварки. К параметрам нестационарных (импульсных) процессов относятся амплитуда колебаний горелки, скорость колебаний, время задержки горелки вдоль и поперек стыка, шаг перемещения горелки, шаг (импульс) и скорость подачи присадочной проволоки.

ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СТРАТА

На инструментальной страте рассматривается техническое обеспечение для выполнения технологического процесса АДС в контролируемой атмосфере. Элемента-

ми подсистемы, соответствующей инструментальной страте, являются единицы специализированного оборудования для реализации АДС в контролируемой атмосфере. На этом этапе определяются наиболее существенные технологические параметры сварки и состав технических средств, взаимодействия между ними.

Проектирование установки для реализации технологии АДС в контролируемой атмосфере, 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 сварочного оборудования 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). UML, словарь и правила которого сосредоточены на концептуальном и физическом представлении системы, включает в себя средства для визуализации моделей, конструирования, документирования артефактов программных систем.

Средства UML позволяют построить множество диаграмм для концентрации внимания на различных аспектах сварочного оборудования. К основным способам использования UML для моделирования относятся: разработка диаграмм (графическое представление информации о моделируемой системе), обмен информацией (взаимопонимание всех специалистов, 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 АДС в контролируемой атмосфере, оборудования и управления технологическим процессом с различных точек зрения обычно используют три основных типа моделей: классов, состояний и взаимодействий.

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 прочее). Модель классов описывает объекты, входящие в состав ПС, и отношения между ними, модель состояний – изменяющиеся со временем аспекты объектов, модель взаимодействий – взаимодействия между объектами. Диаграмма классов, основной способ описания структуры установки, показывает набор классов, интерфейсов и коопераций, а также их связи. Основными формами для выражения самых важных частей семантики классов являются имя, атрибуты, операции и обязанности. Модель классов создает контекст для моделей состояний и взаимодействия.

Модель состояний описывает состояния, в которых может находиться объект, свойства объекта и действующие на них ограничения, а также события, вызывающие переход объекта из одного состояния в другое. Для их описания достаточно списка операций. Сначала выявляются классы, которые могут находиться в разных состояниях, и производится запись состояния для каждого класса. Затем необходимо определить события, вызывающие переход каждого объекта из одного состояния в другое. Зная состояния и события, можно построить диаграмму состояний для каждого из объектов.

Например, класс «технологический процесс» может находиться в разных состояниях, для описания которых необходим список операций и переходов. Процесс АДС включает в себя выполнение

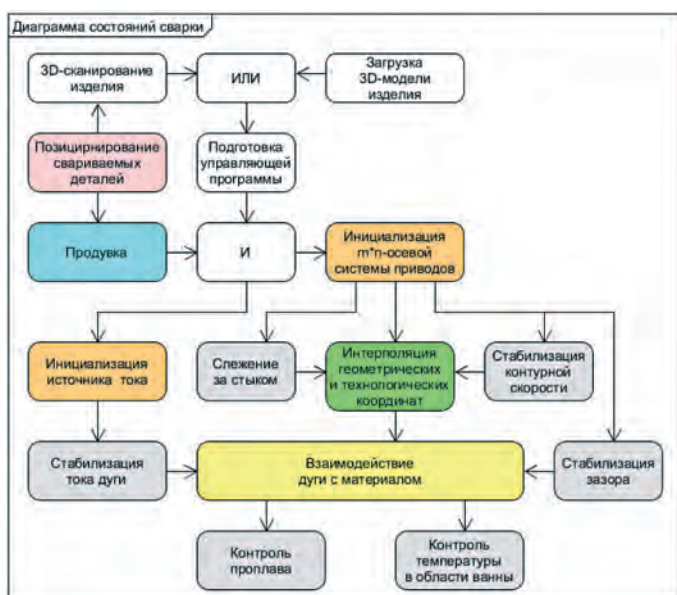


Диаграмма состояний подготовки и проведения процесса аргонодуговой сварки

следующих технологических операций и переходов: получение предварительного разрежения в рабочей камере, создание контролируемой инертной среды в рабочей камере, установка электрода на стык, зажигание дуги, взаимосвязанное перемещение электрода и изделия, включение режима слежения за длиной дуги, подача присадочной проволоки в соответствии с заданным контуром, включение механизма колебаний электрода (при многопроходной сварке с разделкой кромок), заварка кратера, напуск атмосферы и другое.

Модель взаимодействия описывает

определенной последовательностью элементов, используя которые, можно спроектировать специализированное оборудование различной сложности.

Диаграммы последовательностей показывает временную последовательность взаимодействия объектов, диаграммы деятельности иллюстрируют поток управления между последовательными этапами вычислений. Модели взаимодействия строятся в несколько стадий: определение границы системы; выделение действующих лиц, вариантов использования, начальных и конечных событий; подготовка типовых сценариев; описание внештатных ситуаций, выделение

взаимодействие между объектами, то есть кооперацию объектов, для обеспечения необходимого поведения системы как целого. Построение модели взаимодействия начинается с выбора варианта использования, который затем уточняется на диаграммах последовательности и диаграммах деятельности. Процесс АДС состоит из отдельных, но взаимосвязанных

внешних событий, построение диаграмм деятельности, структурирование действующих лиц и вариантов использования; проверка по модели классов предметной области.

Каждая из трёх моделей описывает свои особенности специализированной установки. Основной моделью является модель классов, описывающая систему объектов, которыми оперируют модели состояний и взаимодействий.

Диаграммы состояний и последовательностей позволяют сформировать таблицу соответствия между технологическими операциями/переходами и техническими средствами для реализации технологии атмосферы (таблица представлена ниже). В результате составляется список узлов, необходимый для создания установки: рабочая камера; станочный комплекс (манипулятор сварочной головки, манипулятор изделия, задняя бабка, сварочная головка); энергетический блок, вакуумные станции, комплект пневматических средств; узел водяного охлаждения; блок напуска инертного газа аргона; устройства управления и др.

Установки для реализации технологии аргонодуговой сварки неплавящимся электродом в инертной среде отличаются различными конструктивными решениями узлов, площадью размещения, экономичностью.

К техническим параметрам установки относятся:

- ▶ геометрическая форма и размеры, толщина стенки, натекание, рабочее давление (рабочая камера);
- ▶ ток дуги, продолжительность включения, напряжение холостого хода, мощность (энергетический блок);
- ▶ мощность электрических двигателей, диапазоны скорости и перемещения, время разгона и торможения, точность позиционирования (манипуляторы);
- ▶ 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);

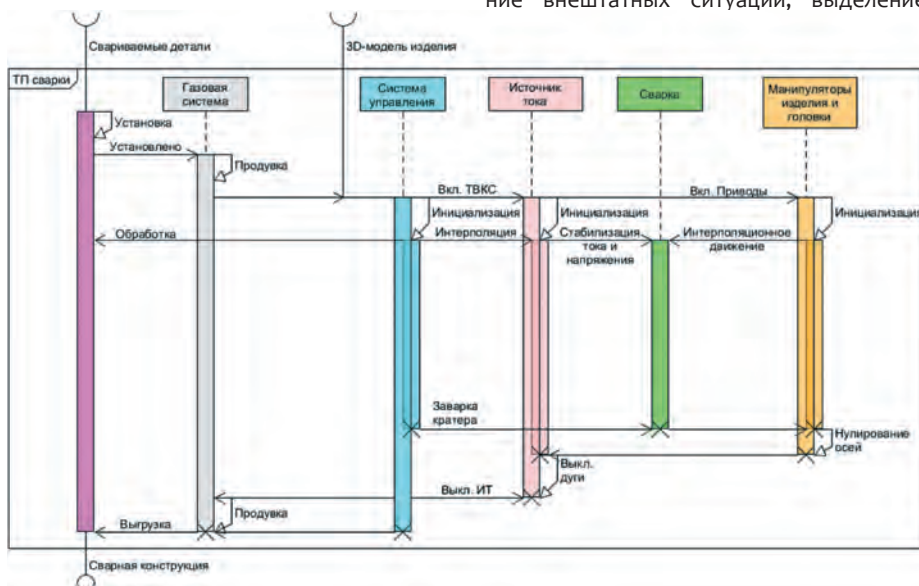
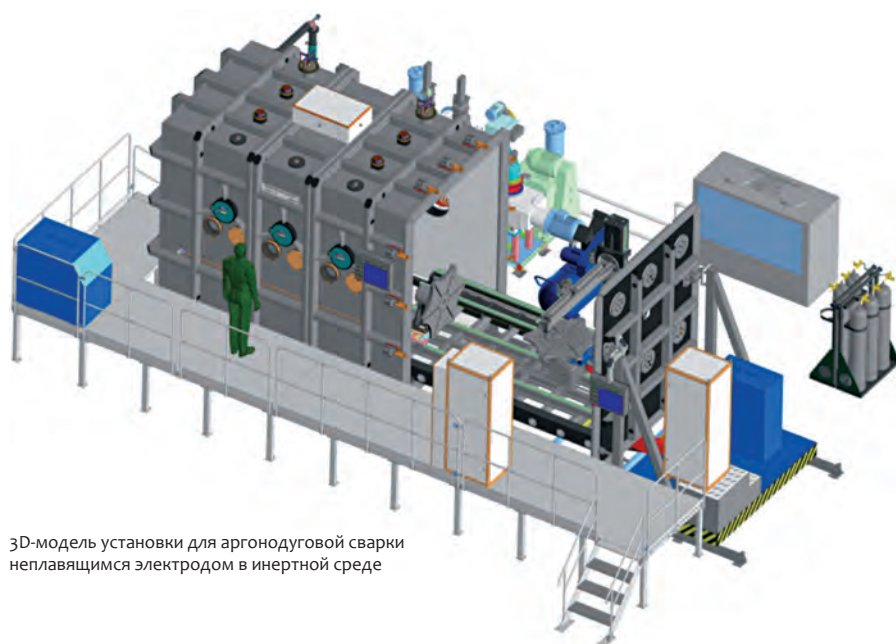


Диаграмма последовательности аргонодуговой сварки (ИТ – источник тока)



3D-модель установки для аргодуговой сварки неплавящимся электродом в инертной среде

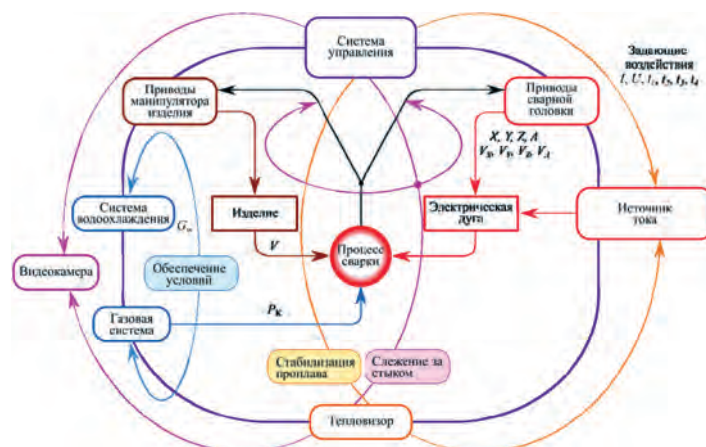
Соответствие между технологическими переходами и техническими средствами

Операция	Узел	Технические средства
Предварительное разрежение	Вакуумная станция Система управления Рабочая камера Замкнутое водоохлаждение	Вакуумные насосы Запорная аппаратура Трубопроводы Фильтры Масляные ловушки Датчики давления Датчики температуры Устройство управления Оболочка Иллюминаторы Перчаточный ввод Откатная крышка Патрубки Чиллер Трубопроводы Запорная аппаратура Датчик давления Фильтры
Подготовка контролируемой среды	Блок напуска инертного газа Система управления	Баллоны инертного газа Рампа Трубопроводы Датчик давления Клапаны Компрессор Ресивер Приборы Устройство управления
Установка изделия	Манипулятор изделия Задняя бабка Система управления	Несущая рама Планшайба Направляющие Шариковинтовая пара Электродвигатели Сервоприводы Устройство управления
Позиционирование вольфрамового электрода	Манипулятор сварочной головки Сварочная головка Система управления	Направляющие Шариковинтовая пара Электродвигатели Сервоприводы Устройство управления Комплект электрической разводки
Сварка	Энергетический блок Станочный комплекс Система управления	Источники тока Комплект силовой разводки Регулятор слежения за длиной дуги Исполнительные механизмы Устройства управления

► концентрация кислорода, азота, водорода, паров воды в рабочей камере (блок напуска инертного газа).

При разработке концептуальной модели специализированной установки необходимо установить её структуру, выбрать элементы, определить параметры, функциональные зависимости, ограничения, критерии. На этом этапе определяются наиболее существенные элементы и взаимодействия между ними.

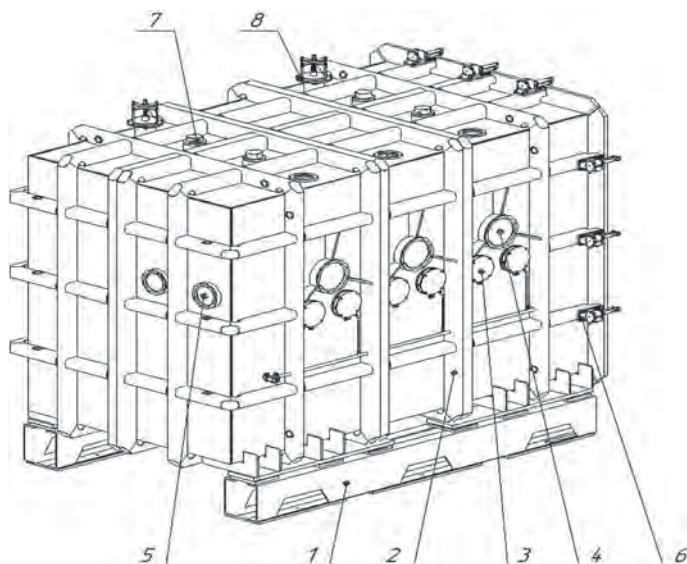
Проектирование сварочного оборудования на основе объектно-ориентированного подхода обеспечивает поддержку системно-инженерных процессов, начиная с концептуального дизайна и до поздних стадий жизненного цикла системы. Выделяя совокупность объектов и отношений между ними, можно постро-



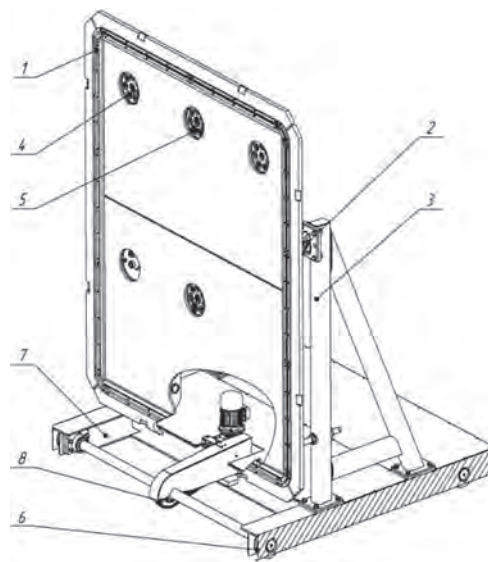
Концептуальная модель аргодуговой сварки (I – ток сварки, U – напряжение дуги, t_p , t_d , t_s , t_f – длительности импульса и паузы, время нарастания и спада импульса, V – скорость сварки, P_k – рабочее давление в камере, $X, Y, Z, V_x, V_y, V_z, V_A$ – соответственно координаты и скорости по осям, G_w – расход воды)



Общий вид УСКС-31



Рабочая камера (1 – опора, 2 – прямоугольная труба, 3 – патрубок системы охлаждения, 4 – иллюминатор, 5 – дополнительные иллюминаторы, 6 – пневматические прижимы, 7 – фонарь, 8 – предохранительный клапан)



Откатная крышка (1 – вакуумное уплотнение, 2 – кронштейн, 3 – стойка, 4 – гермовводы)

ить модели оборудования и на их основе разработать программные средства для исследования характеристик и свойств изделий. Средства языка моделирования UML позволяют построить большое количество различных диаграмм: классов, объектов, компонентов, вариантов использования, последовательностей, коммуникаций, состояний, деятельностей, размещения, взаимодействий.

Целью разработки установки УСКС-31, предназначенной для АДС вольфрамовым электродом в среде инертных газов изделий из конструкционных, жаропрочных, нержавеющей сталей, титановых и алюминиевых сплавов, является повышение качества сварного соединения за счет:

- ▶ исключения влияния субъективных факторов на процесс сварки посредством закрепления отлаженного нормативного технологического процесса в управляющей программе;
- ▶ повышения точности механических перемещений манипуляторов сварочной головки и изделия;
- ▶ улучшения ремонтпригодности;
- ▶ повышения удобства условий работы оператора-сварщика.

Установка УСКС-31, общий вид которой представлен на рисунке, включает в себя следующие основные узлы: станочный комплекс, энергетический блок, вакуумные станции, блок напуска инертного газа, узел водяного охлаждения, мульти-

процессорное устройство управления.

Рабочая камера предназначена для создания вакуумного пространства, размещения станочного комплекса и технологической оснастки. Рабочая камера, один из наиболее важных и трудоемких узлов установки, должна иметь минимальную металлоемкость, быть технологичной, обеспечивать механическую прочность и жесткость конструкции. От её формы, конструкции, жесткости и размеров зависят габариты и качество свариваемых изделий.

Рабочая камера УСКС-31 представляет собой прямоугольный параллелепипед, стенки которого изготовлены из стали 12Х18Н10Т и усилены ребрами. Габаритные размеры рабочего пространства камеры составляют 4000 x 2200 x 2770 мм (длина x ширина x высота). С помощью вакуумной станции в камере создается предварительное разрежение (1×10^{-4} мм рт.ст.), затем осуществляется напуск инертного газа до избыточного значения. Расположенные на камере иллюминаторы со светофильтрами «хамелеон» обеспечивают визуальный контроль за технологическим процессом. Наверху камеры установлены блок освещения рабочего пространства, предохранительные клапаны, фланец для подвода энергетических цепей от источника тока к электроду.

Камера выполнена с откатной передней крышкой, которая фиксируется в рабочем положении пневматическими за-

жимами (это представлено на рисунках).

В крышке установлены гермовводы для электрической разводки источника тока и исполнительных механизмов станочного комплекса. Несущая рама, на которой установлены манипулятор изделия и задняя бабка, жёстко связана с откатной крышкой. Базирование станочного комплекса на откатной крышке позволяет разработать и отредактировать управляющую программу, исключая ошибки и существенно сокращая время подготовки.

На лицевой стенке камеры расположено шесть перчаточных вводов для ручной сварки. В этом случае управление вращением изделия осуществляется сварщиком от педалей, установленных на рабочем месте.

В процессе сварки осуществляется контроль за содержанием примесей в рабочей среде аргона внутри камеры с помощью газоанализаторов «Оникс» (контроль влаги, кислорода и водорода) и «Свет» (контроль азота).

Для загрузки и выгрузки свариваемых изделий откатная крышка перемещается по рельсовому пути, который состоит из двух соединенных между собой секций. Одна из секций крепится к опорам и фундаменту, а другая – к секции и фундаменту. На тележке откатной крышки установлены источник тока типа Tetrrix 351 AC/DC для автоматической сварки и электрический шкаф системы управления.

Станочный комплекс выполняет сва-



Пневматические зажимы откатной крышки



Перчаточные вводы для ручной сварки

рочные, установочные и транспортные перемещения. В состав станочного комплекса в зависимости от специализации установки входят манипуляторы изделия и сварочной головки, механизм подачи присадочной проволоки, задняя бабка, исполнительные механизмы для выполнения вспомогательных операций и др. Механизмы линейных перемещений сварочной головки выполняются в виде несущих балок с направляющими, по которым перемещаются каретки с помощью шариковинтовых пар, при этом направляющие и винты надёжно защищаются специальными устройствами от брызг и напыления парами свариваемого материала. Для ориентации сварочной головки в пространстве относительно свариваемого стыка применяется её вращение в плоскостях XZ и YZ.

Станочный комплекс установки УСКС-31, представленный на рисунке, включает в себя манипулятор сварочной

головки, манипулятор изделия, заднюю бабку и сварочную головку. В механизмах станочного комплекса используются высокоточные шариковинтовые пары, линейные направляющие, редукторы, современные двигатели с электрическими приводами, обеспечивающие широкий диапазон регулирования скорости перемещения исполнительных механизмов. Точность позиционирования при линейных перемещениях составляет $\pm 0,05$ мм, при вращении – $\pm 0,01$.

Станочный комплекс обеспечивает взаимосвязанное перемещение электрода и изделия по замкнутому и незамкнутому контурам в соответствии с заданной управляющей программой.

Манипулятор сварочной головки состоит из колонны, траверсы, механизмов линейного и вращательного перемещения. Манипулятор обеспечивает перемещение сварочной головки в продольном,

поперечном, вертикальном направлениях (соответственно оси X, Y и Z) и вращение в плоскостях XZ и YZ (соответственно оси B и C). Диапазон перемещения по трем линейным осям (X, Y и Z) составляет соответственно 0-2000 мм, 0-1000 мм и 0-500

мм. В плоскостях XZ и YZ диапазон вращения сварочной головки составляет $\pm 45^\circ$. Линейные направляющие, шариковые винтовые пары и червячные редукторы, двигатели, надёжно защищены от брызг и паров расплавленного металла.

Манипулятор изделия обеспечивает крепление, позиционирование и вращение цилиндрических, конических и других объёмных изделий с оснасткой массой до 200 кг. Вращение планшайбы с изделием осуществляется от электрического двигателя и червячный редуктора. Габаритные размеры изделий и сборочных единиц для сварки составляют 500-2000 мм (длина), 400-1000 мм (ширина), 300-1000 мм (высота). Манипулятор обеспечивает возможность предварительного наклона планшайбы с изделием от горизонтального до вертикального положения.

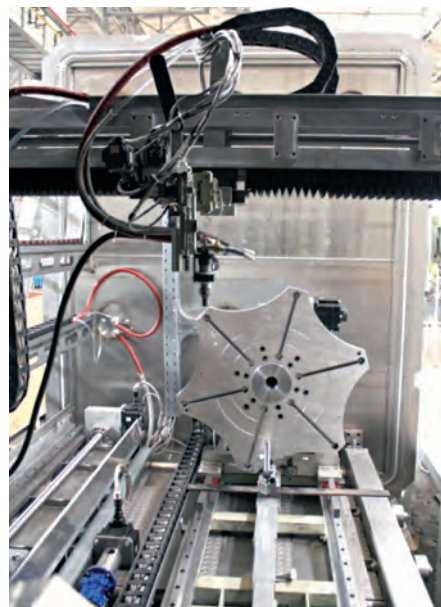
Сварочная головка установлена на траверсе. В состав головки входят горел-



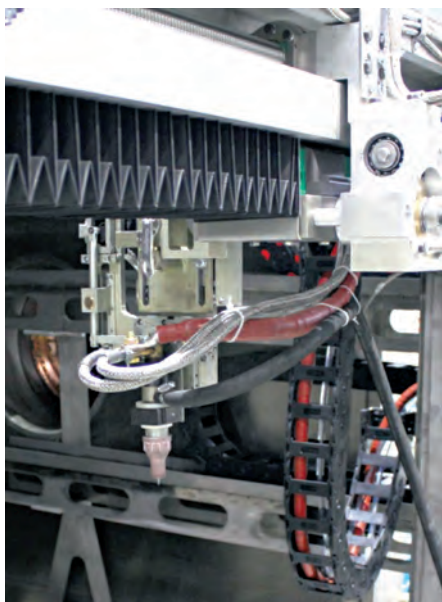
Устройства газового анализа



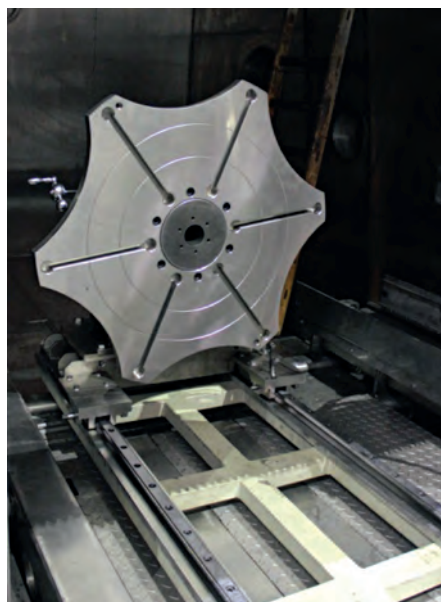
Тележка откатной крышки



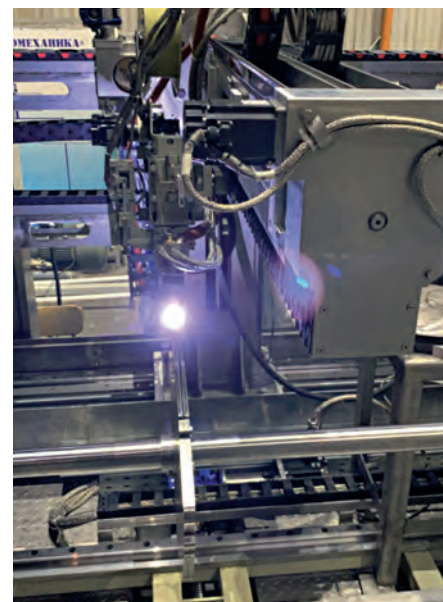
Общий вид электромеханического комплекса



Общий вид сварочной головки



Задняя бабка



Процесс сварки

на, катушка присадочной проволоки, узел подачи присадочной проволоки, механизм перемещения в направлении перпендикулярном к контуру изделия и колебаний электрода. Конструкция головки позволяет изменить угол наклона присадочной проволоки относительно электрода.

Горелка состоит из токоподводящего корпуса, держателя со сменными цапгами для крепления электрода и сменных керамических сопел.

Две пары прижимных роликов узла подачи присадочной проволоки позволяют перемещать проволоку без проскальзывания с постоянной скоростью под заданным углом наклона к стыку. Регулируемый привод обеспечивает изменение скорости подачи присадочной проволоки в диапазоне от 10 м/ч до 100 м/ч.

Суппорт механизма перемещения в направлении, перпендикулярном к контуру изделия, представляет собой направляющие, по которым осуществляется движение сварочной горелки. Колебание электрода осуществляется с помощью эксцентрика, который установлен на валу двигателя. В состав узла входит механизм регулировки величины амплитуды колебаний в диапазоне от ± 1 мм до ± 5 мм в поперечном направлении к плоскости сварочной ванны. Конструкция механизма колебания предусматривает работу горелки с механическим копиром.

Задняя бабка поддерживает кон-
сольно-закрепленное изделие с оснасткой.

При ручной сварке несущая рама, на которой установлены манипулятор вращения изделия и задняя бабка, имеет возможность перемещаться в направлении к перчаточным вводам.

Таким образом, станочный комплекс обеспечивает перемещение по 12 осям: продольное, поперечное и вертикальное перемещение сварочной головки (оси X, Y и Z), вращение сварочной головки в плоскости XZ (ось B) и в плоскости YZ (ось C), вращение и наклон планшайбы с изделием (оси A и U), перемещение вольфрамового электрода (D), подача присадочной проволоки (P), колебания электрода (Q), перемещение манипулятора изделия в поперечном и продольном направлениях (оси V и W).

Управление исполнительными механизмами станочного комплекса осуществляется с помощью устройства числового программного управления (ЧПУ) в соответствии с управляющей программой (УП). Контурная скорость регулируется в диапазоне от 5 до 60 м/ч.

Энергетический блок. Питание сварочной дуги осуществляется от источников типа Tetricx. Для ручной сварки применяется источник Tetricx 451 AC/DC, позволяющий регулировать ток сварки в диапазоне от 5 до 450 А. Источник оснащён двумя горелками на 150 А и 400А для ручной сварки. Для автоматической сварки используется источник Tetricx 351 AC/DC, обеспечивающий изменение тока сварки в диапазоне от 5 до 350 А. Источники ра-

ботают в режиме непрерывного/импульсного и постоянного/переменного тока.

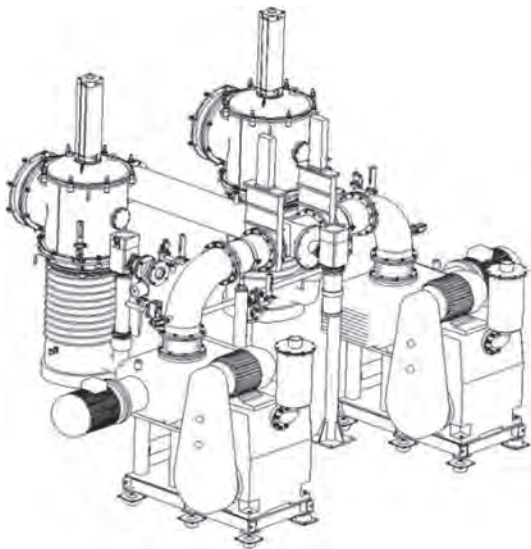
Вакуумные станции. Получение предварительного разрежения ($1,3 \times 10^{-2}$ Па) в рабочей камере осуществляется с помощью вакуумных станций, которые представляют собой комплекс взаимосвязанных устройств (насосов, запорной аппаратуры, трубопроводов, фильтров, ловушек), приборов для измерения вакуума, средств контроля и управления.

В состав низковакуумной станции, обеспечивающей получение разрежения камеры до 1×10^{-2} мм рт.ст. в течение 20 минут, входят два механических золотниковых насоса 2Н160DV и два насоса РутсаZJ-1200D, датчики для измерения вакуума, пневматические клапаны.

В состав высоковакуумной станции, обеспечивающей подготовку высоковакуумных насосов к работе, входят механический насос BDR60V, два диффузионных насоса НД-500 и пневматические клапаны. На диффузионных насосах установлены ловушки, препятствующие попаданию вакуумного масла в камеру. Контроль за давлением в рабочей камере осуществляется с помощью широкодиапазонного датчика.

Комплект пневматических средств обеспечивает подачу сжатого воздуха к цилиндрам прижимов откатной крышки и цилиндрам клапанов вакуумной системы.

Блок напуска инертного газа. Заполнение аргоном рабочей камеры до



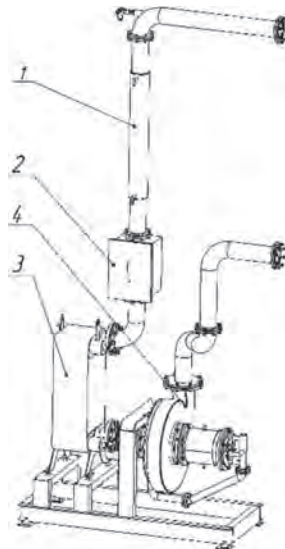
Вакуумные станции установки «УСКС-31»

рабочего избыточного давления 0,01-0,03 кг/см² осуществляется от рампы. В состав рампы входят три редуктора и манометр избыточного давления. Контроль и поддержания рабочего давления внутри камеры выполняется в автоматическом режиме.

Система охлаждения инертного газа включает в себя водоохлаждаемый патрубков, фильтр, газовый теплообменник и вентилятор в вакуумном исполнении. Аргон, подлежащий предварительной фильтрации и охлаждению, втягивается вентилятором, проходит через водоохлаждаемый патрубок, фильтр грубой очистки, теплообменник и возвращается в рабочую камеру. Процесс фильтрации и охлаждения происходит на протяжении всего технологического процесса АДС.

Контроль за содержанием воды, кислорода и водорода в рабочей камере в процессе сварки осуществляется с помощью газоанализаторов «ОНИКС» и «СВЕТ». Газоанализатор «ОНИКС», обеспечивающий измерение объемных долей влаги, кислорода и водорода в инертных газах, представляет собой цифровой прибор непрерывного действия. Принцип действия газоанализатора основан на комбинированном применении кулонометрических и твердоэлектродных чувствительных элементов. Газоанализатор «СВЕТ», основанный на эмиссионном спектральном методе измерения, обеспечивает измерение доли азота в аргоне.

Узел водяного охлаждения, состоящий из напорно-сливного коллектора,



Система охлаждения инертного газа (1 – водоохлаждаемый патрубок, 2 – фильтр, 3 – теплообменник, 4 – вентилятор)

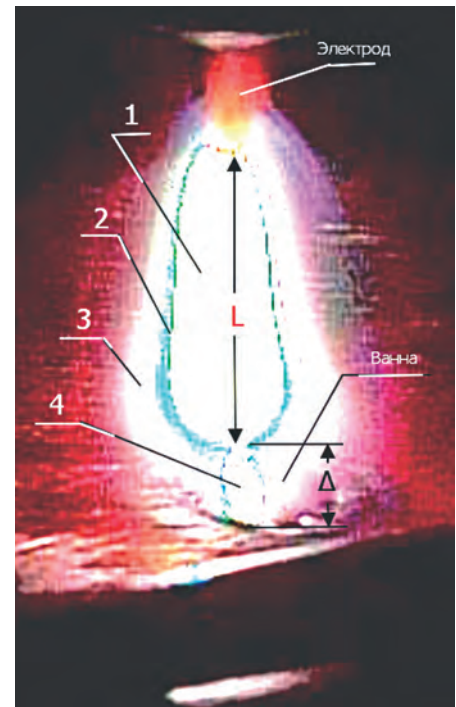
чиллера, комплекта датчиков температуры, протока воды и давления, обеспечивает безопасную работу сварочной горелки и вакуумных насосов.

Узел работает от промышленного охладителя типа ТАЕЕvo121 мощностью охлаждения 18,37 кВт и хладопроизводительностью 52,2 кВт.

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СТРАТА

На измерительной страте рассматриваются функции контроля состояния процесса АДС и элементов сварочного 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.

На рисунке представлен кадр видеосъемки процесса АДС неплавящимся электродом. Здесь видны не только вольфрамовый электрод, но и граница электронной дуги (область 1), область плотной плазмы с четкой границей (область 2). Далее плотность плазмы резко уменьшается за счет того, что ионы разлетаются и рекомбинируют (область 3). Области двойного электрического слоя (катодного и анодного) плазма не доходят до объекта нагрева. В анодной области видна только электронная дуга (область 4). В области анода образуется избыток отрицательно-



Кадр видеосъемки процесса электродового нагрева

го пространственного заряда и появляется анодное падение напряжения U_a .

Плазменный столб не граничит с электродом и изделием. Наличие сил кулоновского взаимодействия между электронами и ионами делает их соударения в плазменном столбе более сложными, чем столкновения нейтральных частиц. Вместо броуновского беспорядочного движения молекул траектории заряженных частиц становятся более извилистыми, соответствующими изменению электрического поля в плазме. Результатом упругих соударений электрона с частицами является увеличение кинетической энергии последних, то есть повышение температуры плазменного столба. Энергия тепловых электронов в дуге составляет примерно 1 эВ.

Скорость и энергия частиц в плазме распределяются по закону Максвелла-Больцмана. Средняя квадратичная скорость частиц может быть определена из равенства

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{3}{2} kT,$$

откуда

$$v = \sqrt{3kT/m} = \sqrt{3RT/A},$$

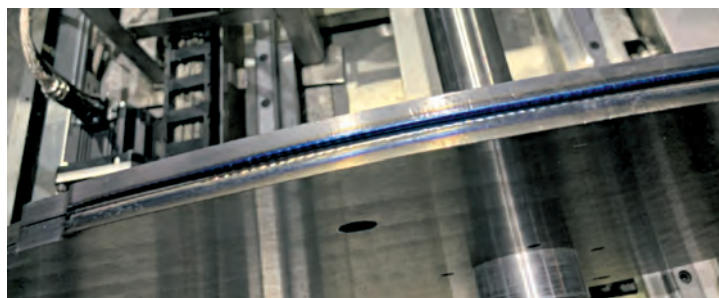
где m – масса частицы, k – постоянная Больцмана, $k = 1,38 \cdot 10^{-21}$ Дж/к, A – атомная масса; R – универсальная газовая постоянная, T – температура газа, К.

Изделие нагревается вследствие потока электронов и теплового излучения. Температура в различных областях электрической дуги отличается: в катодном слое – 2400°C, в середине плазменного столба – до 6000°C, на изделии – примерно 2600°C.

Процесс АДС отличается стохастическим характером. При возникновении несоответствия между имеющимся объемом априорной информации и параметрами процесса, неразрешаемого другими методами управления, применяется адаптивное управление. В этом случае неопределенность может быть уменьшена или устранена. Наряду с переменными, доступными для контроля посредством прямых измерений, процесс АДС в контролируемой атмосфере характеризуется переменными, которые рассчитываются косвенными измерениями. Расширение средств измерений снижает фактор неопределенности.

Современные средства контроля, включающие в себя электронные и оптические средства видеонаблюдения и измерения, позволяют контролировать технологические параметры процесса (зазор между электродом и изделием, положение электрода относительно стыка, температурное поле в ванне расплава...), что отчасти компенсирует воздействие случайных факторов на процесс АДС. Устройство видеонаблюдения состоит из видеокамеры, монитора, стробоскопа для защиты объектива камеры от напыления и брызг металла при сварке.

Важнейшее значение для получения качественного сварного соединения имеет поддержание в процессе сварки постоянного зазора между вольфрамовым электродом и изделием. Первичная обработка напряжения дуги осуществляется модулем источника тока, затем сигнал подается на вход модуля аналого-цифрового преобразователя устройства ЧПУ. Система управления (СУ) обеспечивает два варианта слежения за длиной дуги: по заданному напряжению и первоначально выставленному зазору между электродом и изделием. Во втором случае, программно-аппаратные средства СУ определяют напряжение дуги, соответствующее первоначально выставленному зазору, и в дальнейшем поддерживает рассчитанное



Сварной шов

значение напряжения дуги на протяжении всего процесса сварки. В зависимости от знака и значения рассогласования между заданным и текущим напряжением регулятор выдает управляющий сигнал на привод перемещения электрода. Регулятор имеет зону нечувствительности, значение которой определяет оператор. При возрастании зазора происходит увеличение скорости перемещения электрода. На практике нашёл применение и другой алгоритм: для устранения рассогласования исполнительный механизм перемещается на максимальной скорости.

Для контроля температурного поля в области сварки используется тепловизор. Оптическая камера обрабатывает сигналы пропорциональные энергии излучения и передает по цифровому протоколу информацию в промышленный компьютер (ПК), который выполняет обработку полученных данных, визуализацию теплового изображения поверхности изделия. Использование тепловизора позволяет реализовать контур управления по температуре, прогнозировать структуру сварного соединения, компенсировать недостатки априорной технологии с заранее заданными значениями параметров процесса.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СТРАТА

При проектировании сварочного оборудования к числу наиболее наукоемких задач относится разработка информационного обеспечения и программно-аппаратных средств системы управления, представляющей собой особый класс динамических систем, которые отличаются наличием самостоятельных функций и целей управления, высоким уровнем системной организации.

На информационной страте рассматривается множество взаимосвязанных и взаимодействующих 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), устройства числового программного управления, микропроцессорные и аналоговые устройства, устройства измерения параметров и видеонаблюдения, объединённые в единую цифровую локальную сеть, по которой осуществляется обмен информацией. Программно-аппаратные средства таких СУ позволяют совместить функции проектирования технологии в машинном масштабе времени и управления процессом сварки в реальном масштабе времени.

С развитием мультипроцессорных СУ появилась возможность создания целостных производственных систем АДС, 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 (CAD-система). Графический файл 3D-модели изделия поступает на вход постпроцессора, который рассчитывает координаты перемещения исполнительных механизмов станочного комплекса для формирования управляющей программы устройства ЧПУ.

Современная система управления процессом АДС в контролируемой атмосфере включает следующие основные компоненты:

- ▶ промышленный компьютер, программно-аппаратные средства которого выполняют моделирование технологического процесса, оптимизацию режима сварки, разработку управляющей программы на базе 3D-модели изделия, визуализацию

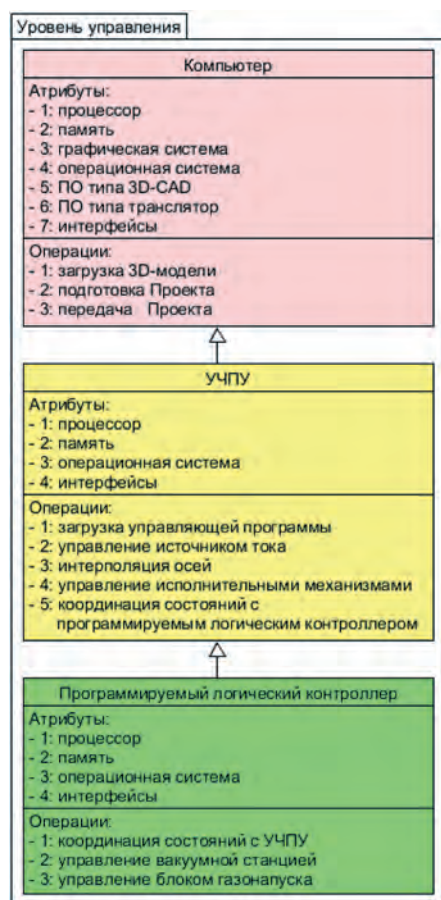
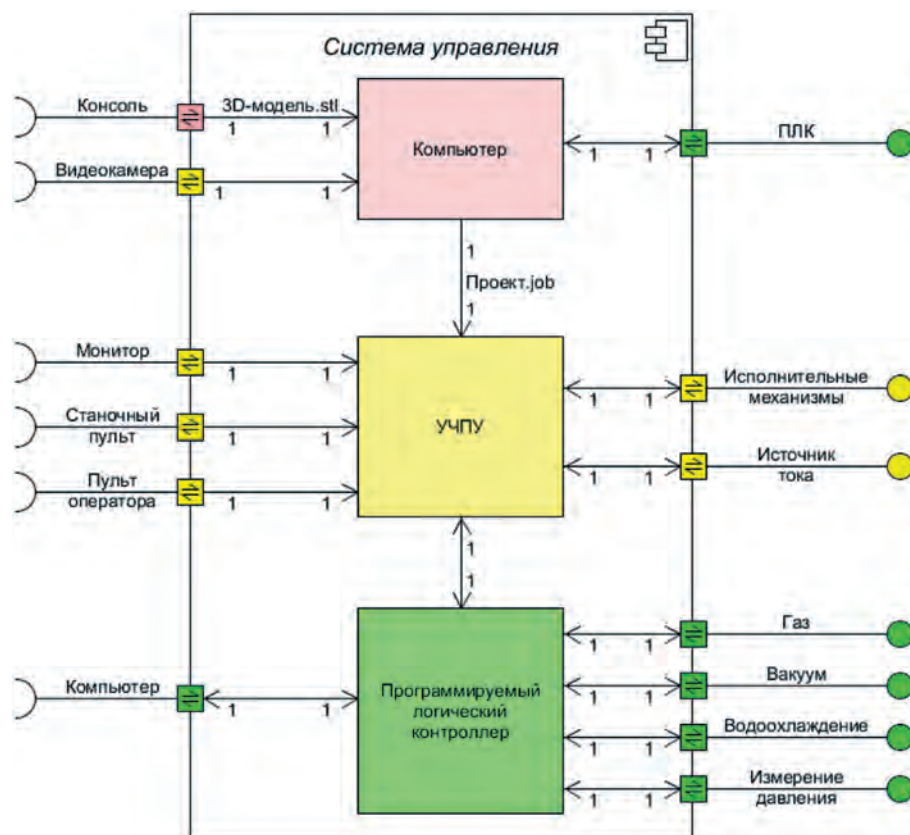


Диаграмма уровней управления

элементов оборудования и переменных процесса, документирование параметров и другое;

- ▶ устройство ЧПУ, формирующее сигналы на исполнительные механизмы и источник тока в соответствии с командами управляющей программы;
- ▶ программируемый логический контроллер, обеспечивающий условия проведения технологического процесса (получение контролируемой среды в рабочей камере, диагностика узлов и механизмов оборудования и другое);
- ▶ локальные микропроцессорные устройства (анализ химического состава инертной среды, локальное регулирование механическими перемещениями, источниками тока, измерение параметров процесса и другое).

Диаграмма уровней управления с расшифровкой атрибутов, операций и обязанностей представлена на рисунке. Иерархическое построение СУ обеспечивает её повышенную устойчивость к внешним воздействиям, согласует отде-



Структурная схема системы управления «УСКС-31»

льные задачи элементов и подсистем с общими задачами всей системы, позволяет сократить длины электрических разводок, минимизирует электромагнитные помехи на измерительные цепи.

Мультипроцессорная СУ установки «УСКС-31» построена на базе устройства ЧПУ NC-310, промышленного компьютера, программируемого логического контроллера (ПЛК) семейства DirectLogic, микропроцессорных устройств (рисунок ниже).

Вычислительный потенциал СУ обеспечивает автоматическое управление процессом получения разрежения в рабочей камере, слежение за длиной дуги, взаимосвязанное перемещение электрода и изделия, управление контурами тока сварки, напряжения дуги, скоростей сварки и подачи присадочного проволоки, документирование основных параметров сварки (паспорт сварки детали с указанием даты и номера изделия).

УЧПУ NC-310, которое представляет собой управляющую машину реального времени с набором модулей, включает в себя блок управления NC310-5 и блок периферийных модулей NC310-9, которые обмениваются информацией по

промышленной шине Ethernet (SSB). Скорость передачи информации составляет 100Мбит/с. Интерфейс SSB выдерживает электрический удар $\pm 15\text{KV}$ статического разряда (ESD) и помехи мгновенно меняющихся импульсов (EFT) до 4000V.

Управление электрическими элементами установки осуществляется с помощью модулей NC310-32 (ECDA), NC310-38 (ECDP), NC310-34 (A/D), NC310-4 (I/O).

Модуль NC310-32 (фотодатчик/цифроаналоговый преобразователь) обеспечивает связь между электроприводами исполнительных механизмов оборудования и преобразователями угловых и линейных перемещений фотоэлектрического типа, выполняющими функции датчиков обратной связи по положению. Каждому каналу, к которому подключён фотодатчик, соответствует определённый канал цифроаналогового преобразователя, который соединён с электроприводом.

Модуль NC310-38 (фотодатчик/цифроимпульсный преобразователь) обеспечивает управление цифровыми приводами с импульсным входом, преобразователями угловых и линейных перемещений фотоэлектрического типа.

Модуль NC310-34 (аналогоцифровой преобразователь) осуществляет связь с источником тока, который передает сигнал о текущем значении напряжения дуги. Аналоговая информация обрабатывается, сравнивается с заданным значением, по результату рассогласования на привод перемещения электрода выдается управляющий сигнал.

Модуль NC310-4 (дискретных входов/выходов) обеспечивает двунаправленную связь устройства ЧПУ с электрооборудованием установки по каналам дискретных входов/выходов. Взаимодействие между УЧПУ и исполнительными механизмами манипуляторов сварочной головки и изделия осуществляется с помощью программы логики.

Пульт оператора установки УСКС-31, реализованный на базе устройства ЧПУ NC-310, представлен ниже.

Управление внешними дополнительными устройствами ввода/вывода осуществляется через интерфейсы внешних устройств: RS-422 (COM1), USB1, USB2, USB3, USB4, VGA, Ethernet (LAN). Многофункциональный канал «422», образованный из сигналов последовательного канала RS-422 (COM2), сигналов канала электронного штурвала и питания +12В, обеспечивает связь со станочным пультом. Аппаратные средства устройства ЧПУ включают в себя блок дисплея, блок клавиатуры, сетевой выключатель и плату индикации с индикаторами сетевого питания.

Процессорная плата (CPU) имеет встроенный интерфейс Ethernet, полностью совместимый со стандартом IEEE 802.3. Подключение устройства ЧПУ к локальной сети (LAN) позволяет оператору получить доступ к ресурсам промышленного компьютера.

Адаптация устройства ЧПУ к установке для реализации процесса АДС в контролируемой атмосфере выполняется в результате характеристики, которая заключается в создании файлов, содержащих информацию, необходимую для управления работой исполнительных механизмов установки. Оператор устройства ЧПУ может использовать ресурсы сервера: хранение и редактирование библиотеки управляющих программ; хранение и редактирование файлов характеристики, файлов программы логики,



Пульт оператора на базе устройства ЧПУ NC-310

файлов начальных точек, корректоров; компиляция программы логики; загрузка и отработка управляющей программы.

Завершающим этапом подготовки устройства ЧПУ к работе является разработка программы логики на языке SIPROM. Программа контроллера устройства ЧПУ обеспечивает инициализацию сигналов включения/выключения сварочной установки; выполнение протоколов обмена (базовое программное обеспечение – программа логики – элементы установки); выполнение различных режимов работы и вспомогательных функций.

Программно-аппаратные средства устройства ЧПУ позволяют реализовать режим «Обучение», при котором обеспечивается определение и запись в энергонезависимую память координат интерполяционных осей. Оператор совмещает положение электрод со стыком в ряде точек по траектории стыка, формируя тем самым УП. В результате процесс подготовки УП существенно упрощается и занимает меньшее время.

На базе программно-аппаратных средств промышленного компьютера рассчитывается режим сварки, формируется управляющая программа по 3D-модели изделия, обрабатывается информация от ПЛК и микропроцессорных устройств по цифровому протоколу, визуализируется состояние элементов вакуумных стан-



Человеко-машинный интерфейс на базе ПК

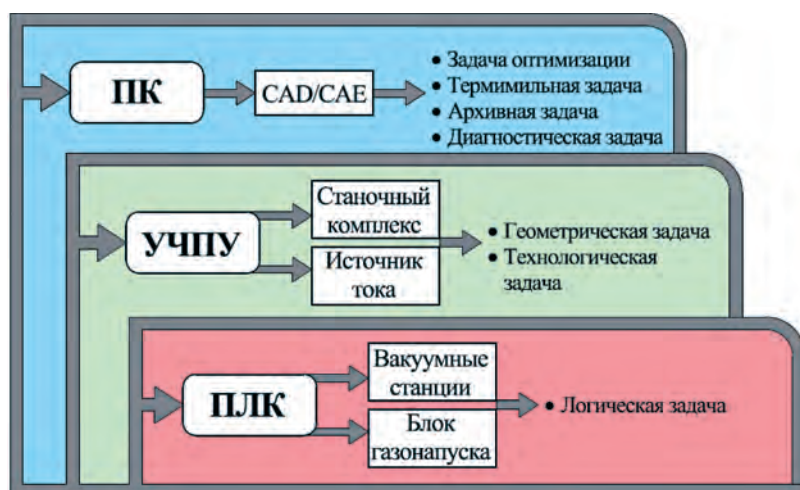
ций и блока напуска газа. Программное обеспечение поддерживает многооконный диалог с оператором, индицирует состояние элементов вакуумных станций, технологических параметров процесса, формирует базу данных параметров процесса сварки.

ПЛК семейства DL-205 представляет собой управляющую машину реального времени, формирующую сигналы в соответствии с заданной программой на исполнительные механизмы вакуумных станций и вспомогательных механизмов. Управление процессом получения вакуума в рабочей камере осуществляется в соответствии с заданным режимом работы (подготовка вакуумной станции к работе, создание рабочего вакуума, проверка натекания, окончание работы) при соблюдении блокировок, гарантирующих безопасную работу.

ПЛК состоит из следующих модулей: D2-262 (центральный процессор), F2-04AD-2 (ввод аналоговых сигналов), D2-32ND3 (ввод дискретных сигналов), D2-12TR (релейный вывод). Прикладные программы контроллера семейства DL-205 разработаны средствами языка RLL-PLUS на базе стандарта Международной Электрической Комиссии (МЭК) IEC 1131-4 с использованием графических средств программного пакета Direct SOFT.

Таким образом, автоматизация процесса АДС неплавящимся электродом в контролируемой атмосфере на базе современных вычислительных средств открывает новые возможности управления. С развитием микропроцессорных устройств и локальных вычислительных сетей появилась возможность создания целостных технологических систем обработки данных.

Функции системы управления. Основ-



Функции управления



Процесс сварки (взаимосвязанное перемещение по механическим осям)

ной задачей управления процессом АДС является получение сварного соединения, соответствующего заданным техническим требованиям. Процесс сварки – многомерный объект управления с векторными входами и выходами измеряемых и неизмеряемых параметров. Основные функции СУ определяются через совокупность её внешних взаимодействий:

- ▶ управление механизмами перемещения изделия и сварочной головки (геометрическая задача);
- ▶ последовательно-параллельное управление дискретными механизмами, элементами вакуумных станций (логическая задача);
- ▶ взаимосвязанное управление источником питания сварочной дуги, приводами механических перемещений и подачи присадочной проволоки (технологическая задача);
- ▶ организация интерфейса с оператором (терминальная задача);
- ▶ документирование параметров сварки (архивная задача);
- ▶ идентификация состояния основных элементов установки, формирование файлов состояния элементов, файлов событий и аварийных ситуаций (диагностическая задача);
- ▶ математическое моделирование сварки (задача оптимизации);
- ▶ диспетчеризация приведённых выше задач (системная задача).

Решение **геометрической и технологической задач управления** обеспечивает устройство ЧПУ NC-310. Управляющая программа процесса сварки составляется в

стандартных G-кодах и M-функциях. При этом осуществляется программирование всех механических осей и технологических параметров (координаты точек, ток сварки, напряжение дуги, скорость подачи присадочной проволоки, колебание электрода).

NC-310, формирующее сигналы в соответствии с управляющей программой, обеспечивает управление по 12 механическим осям: продольное, поперечное и вертикальное перемещение сварочной головки (оси X, Y и Z), вращение сварочной головки в плоскости XZ (ось B) и в плоскости YZ (ось C), вращение и наклон планшайбы с изделием (оси A и U), перемещение вольфрамового электрода (D), подача присадочной проволоки (P), колебания электрода (Q), перемещение манипулятора изделия в поперечном и продольном направлениях (оси V и W).

Управление осями осуществляется в первом и втором процессах устройства ЧПУ. Оси X, Y, Z, A, B, C в файле AXCFIL охарактеризованы как координатные с фотодатчиками обратной связи по положению; оси P и D охарактеризованы как оси UCDA (без фотодатчиков обратной связи по положению).

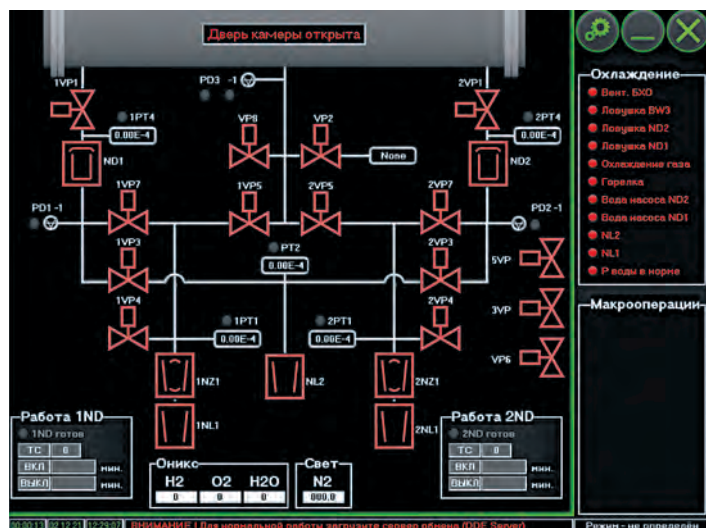
Устройство ЧПУ обеспечивает несколько контуров управления: линейную и круговую интерполяцию шести осей (X, Y, Z, A, B, C), подачу присадочной проволоки с программируемой скоростью, изменение амплитуды колебаний вольфрамового электрода, изменение тока сварки, слежение за длиной дуги.

Во втором процессе оператор выполняет установочные перемещения по

3 осям: U (наклон планшайбы), V (перемещение направляющих в поперечном направлении), W (перемещение манипулятора в продольном направлении). В зависимости от версии программного обеспечения (файлов характеристики) наименование и количество интерполируемых осей может быть различным.

В качестве управляющей компоненты для решения **логической задачи** выбран ПЛК семейства DL-205, 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. 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 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 обла-



Человеко-машинный интерфейс рабочего места оператора установки «УСКС-31»

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

На мнемосхемах вакуумных станций отображается состояние вакуумных насосов (NL, NZ, ND), клапанов (VP), показания датчиков давления (PT). Изображение на экране представляется оператору как набор элементов, чувствительных к касанию. Цвет элемента технологической системы показывает его состояние: красный – клапан закрыт, насос выключен; зелёный – клапан открыт, насос включён, жёлтый – неопределённое положение механизма.

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

СУ в режиме реального времени документирует основные параметров процесса сварки (**архивная задача**): время (общее время и время включения), ток и напряжение электрической дуги, параметры управляющей программы (координа-

значение для технического диагностирования основных элементов установки. Периодичность опроса и записи в память определяет оператор. Также возможна передача данных по сети Internet на сервисную службу завода-изготовителя. В результате повышается стабильность работы установки, осуществляется диагностика и прогнозирование работоспособности элементов, отслеживаются некорректные действия оператора.

АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ СТРАТА

На алгоритмическом уровне рассматриваются общие алгоритмы управления, математические модели (ММ), технологические карты процесса сварки. Элементами данной страты являются алгоритмы управления, записанные в виде программ на алгоритмических языках в памяти микропроцессорных устройств.

Основной задачей на данном уровне является проектирование технологии АДС на двух уровнях: формирование структуры операции (выбор кинематической схемы сварки, предварительный прогрев стыка, непрерывный/импульсный режим тока сварки и подачи присадочной проволоки, создание благоприятных условий образования ванны и заварки кратера и др.) и оптимизация значений параметров процесса.

Математическое моделирование процесса сварки включает в себя исследование физических явлений; изучение закономерностей плавления, движения и затвердевания материала. Одним из под-

тоя осей, скорость сварки в рабочей камере и др.

Решение диагностической задачи управления подразумевает идентификацию состояния файлов состояния отдельных элементов, файлов событий и аварийных ситуаций. Файл событий имеет важное

значение для исследования сварочного производства является многоуровневый многомасштабный подход, сочетающий в себе модели, описывающие состояние системы в микро-, мезо- и макро- масштабах. Многомасштабное моделирование предполагает моделирование сварочного производства на различных уровнях его детализации. Преимущество многомасштабного подхода состоит в возможности анализа процесса на разных масштабных уровнях. При создании многоуровневых информационных моделей и схем многомасштабного моделирования используются либо теоретические построения, основанные на применении методов теории графов и множеств, либо описательные и неформализованные подходы к созданию многомасштабных моделей. На основе многомасштабных композиций строятся сложные иерархические программные системы, применяемые для решения задач многомасштабного моделирования физических явлений и процессов.

Разработка математической модели процесса АДС осуществляется как на имеющихся теоретических и экспериментальных положениях механики двухфазных сред, так и на новых разработках и экспериментальных данных. Выделяют два направления проектирования ММ процесса сварки:

- ▶ на основе баз данных и знаний, включающих в себя результаты многочисленных исследований;
- ▶ на базе 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, что ограничивает пределы применения подобных пакетов.

Второе направление базируется на математическом описании процесса сварки. Разработка наукоемких моделей для известных и новых материалов имеет важное прикладное значение.

Для анализа тепловых процессов АДС сварки используется объемный источник нагрева с нормальным (гауссов-

ским) распределением удельной тепловой мощности по всем координатным осям в объеме тела, имеющего форму эллипсоида (модель Голдака).

Поток теплоты создается дугой, перемещаемой вдоль стыка и совершающей периодические поперечные колебания. Тепловой поток $q_a(x, y)$, создаваемый плазмой дуги, описывается соотношением (нормальное распределение)

$$q_a(x, y) = \frac{2P(t)}{\pi R^2} \exp\left\{-\frac{2}{R^2}[(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2]\right\},$$

где $P(t)$ – мощность теплового потока, периодически изменяющаяся во времени t , R – радиус действия плазмы дуги, (x_0, y_0) – координаты центра источника, изменяющиеся во времени t .

Для описания процессов, проходящих в расплавленном металле ванны, необходимо решить нелинейную систему уравнений магнитной гидродинамики движения вязкой жидкости, систему уравнений Максвелла распределения векторов напряженностей электрической и магнитной составляющих электромагнитных полей. При отсутствии протекания тока через металлическую ванну, в качестве силовых факторов, воздействующих на расплавленный металл, выступают термомгравитационная сила Архимеда и термокапиллярная сила Марангони.

Процессы, протекающие в сварочной ванне, описываются системой уравнений электрогидродинамики, которые получаются объединением системы уравнений гидродинамики и системы уравнений Максвелла.

Система уравнений Максвелла для неподвижной среды в системе СИ имеет вид

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}, \quad \nabla \cdot \mathbf{D} = \rho_e \quad (1)$$

$$\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{j} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}, \quad \nabla \cdot \mathbf{B} = 0. \quad (2)$$

Уравнения (1) и (2) дополняются материальными уравнениями

$$\mathbf{D} = \varepsilon \varepsilon_0 \mathbf{E}, \quad \mathbf{B} = \mu \mu_0 \mathbf{H}, \quad \mathbf{j} = \sigma \mathbf{E}.$$

Здесь ρ_e – объемная плотность заряда в жидкости, \mathbf{E} – вектор электрической напряженности, \mathbf{D} – вектор электрической индукции, \mathbf{H} – вектор магнитной напряженности, \mathbf{B} – вектор магнитной индукции, \mathbf{j} – вектор плотности тока проводимости, σ – удельная проводимость, μ_0 – магнитная постоянная ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м), μ – относительная магнитная проницаемость, ε – относительная диэлектрическая

проницаемость среды, ε_0 – электрическая постоянная.

При изменении поля во времени, согласно уравнениям (1) и (2), в среде индуцируется магнитное поле \mathbf{H} за счет токов проводимости $\mathbf{j} = \sigma \mathbf{E}$ и токов смещения $\mathbf{j}_s = \partial \mathbf{D} / \partial t$.

Уравнения, описывающие нестационарное течение вязкой несжимаемой жидкости, включают уравнение неразрывности, уравнение изменения количества движения и уравнение изменения температуры

$$\begin{aligned} \nabla \cdot \mathbf{v} &= 0; \\ \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + (\nabla \cdot \mathbf{v})\mathbf{v} &= -\frac{1}{\rho} \nabla p + \mu \Delta \mathbf{v} + \mathbf{g} + \mathbf{f}; \\ \frac{\partial T}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla T &= a \Delta T \end{aligned}$$

Здесь \mathbf{v} – скорость жидкости, p – давление, T – температура, μ – динамическая вязкость жидкости, a – коэффициент температуропроводности жидкости, \mathbf{g} – вектор ускорения силы тяжести, \mathbf{f} – объемная внешняя сила.

Математическое исследование процесса сварки осуществляется в среде многодисциплинарных программных комплексов, обладающих большим набором инструментов для моделирования движения жидкости, переноса тепла и реакций, позволяют охватить весь спектр протекающих процессов (теплообмен, фазовые переходы и др.). Функциональные возможности программных комплексов позволяют моделировать диффузионные, а также сдвиговые фазовые превращения. Совместное использование термомеханического анализа открывает возможности для более сложного и детального анализа процесса сварки.

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 производственной системы.

В качестве прикладного инструмента для разработки ММ процесса АДС используются компьютерные системы автоматизированного проектирования (Computer-Aided Design, CAD), автоматизированного производства (Computer-



Моделирование фазовых превращений, сопряженных с теплопередачей и механикой твердого тела

Aided Manufacturing, CAM), 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 (Electromagnetic Analysis, EMA), автоматизированную оптимизацию (Computer-Aided Optimization, CAO).

СИСТЕМНАЯ СТРАТА

На системной страте рассматриваются задачи оценки качества моделей на жестяющихся 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.

При постановке задачи оптимизации необходимо ввести в рассмотрение все основные параметры ПС. Процедура оптимизации позволяет определить наиболее эффективные технологии, структуру и состав оборудования при выполнении параметрических и функциональных ограничений.

В задаче оптимизации предусматривается наличие трёх основных элементов: математической модели, целевой функции и метода оптимизации. Математическая модель и целевая функция описывают все существенные для проектирования ПС связи технологических (допуски на размер изделия, структура и свойства сварного соединения и так далее), технических (кинематические возможности установки, мощность исполнительных механизмов, параметры энергетического блока) и организационных (согласование



Элементы оптимизации сварочного производства

работы различных элементов установки) ограничений на искомые решения.

Задача оптимизации сварочного производства является многокритериальной (многоцелевой или векторной), так как при выборе наилучшего варианта приходится учитывать множество технико-экономических требований, часто противоречивых.

Известны различные принципы выбора оптимальных решений: доминантности, Парето, Слейтера, Джеффри, Нэша, компромисса, гарантированного результата, критерия Гурвица и другие. К числу наиболее эффективных и распространенных относится область Парето, которая характеризуется тем важным свойством, что на ней ни одно решение не может быть улучшено по одному из показателей без ухудшения по другому показателю. При выделении области доминирующих решений значительно сокращается перечень возможных решений и тем самым облегчает выбор единственного решения.

В ряде работ, посвящённых методам решения задач многоцелевой оптимизации, показана эффективность построения процедуры оптимизации по модульно-иерархическому принципу. Разбиение процедуры многоцелевой оптимизации на уровни обусловлено сложностью рассматриваемой задачи. Нижний уровень определяет способ задания и структуру множества альтернатив параметров производственной системы сварки и соответствующее им множество частных критериев оптимизации. На среднем уровне значительно сокращается допустимое множество вариантов выбора парамет-

ров путем определения их эффективных (Парето-оптимальных) значений. Численная реализация моделей этого уровня позволяет сформировать пакет эффективных решений. На верхнем уровне из пакета выбирается единственный наилучший вариант. Наиболее распространенным способом поиска единственного решения является метод свертки локальных критериев оптимизации, сводящий многоцелевую задачу оптимизации к соответствующей скалярной задаче математического программирования, когда многоцелевая функция «свёртывается» в виде одной результирующей функции Q . Для выпуклой области поиска оптимизируемых управляемых параметров обычно применяется свертка Карлина:

$$Q = \max(a_v \bar{K}_v + a_\mu \bar{K}_\mu),$$

где a_v и a_μ – весовые коэффициенты. Значения критериев \bar{K}_v и \bar{K}_μ определяются соотношениями естественной нормализации

$$\bar{K}_{v,\mu} = \frac{\bar{K}_{v,\mu} - \min \bar{K}_{v,\mu}}{\max \bar{K}_{v,\mu} - \min \bar{K}_{v,\mu}}$$

Набор критериев в зависимости от выбранной модели может быть любым, при этом алгоритм поиска эффективных решений не меняется. При решении задачи многоцелевой оптимизации большое значение имеет способ задания и учета определяющих элементов (нормализации, свертки, приоритета критериев).



Взаимодействие различных уровней производственной системы

Системный уровень, подобно кровеносной системе биологического организма, обеспечивает коммуникационные процессы всех разнородных страт производственной системы АДС в контролируемой атмосфере для достижения главной задачи: получения сварного соединения с заданной структурой и свойствами.

Стратифицированное представление производственной системы для реализации технологии АДС 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 сварки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для развития сварочного производства необходимо создать единую цифровую платформу, объединяющую области проектирования и численных расчётов. Проектирование производственной системы на основе объектно-ориентированного подхода обеспечивает поддержку системно-инженерных процессов, начиная с концептуального дизайна и до поздних стадий жизненного цикла системы. Интеграция технологических, проектных, расчетных и эксплуатационных процессов на базе CASE-технологии позволяет максимально автоматизировать процесс разработки, обеспечивает отсутствие ошибок и простоту в обслуживании программных продуктов.

Современная СУ, связывающая в единое информационное пространство промышленный компьютер, устройство ЧПУ, программируемый контроллер, цифровые и аналоговые средства измерения, обеспечивает получение сварного соединения заданной структуры и свойств. Автоматизация процесса сварки на базе современных вычислительных средств открывает новые возможности управления. С развитием микропроцессорных устройств и локальных вычислительных сетей появилась возможность создания целостных технологических систем обработки данных.

Дальнейшее развитие предполагается в следующих направлениях:

- » разработка эффективных алгоритмов управления процессом сварки в реальном масштабе времени;
- » прогнозирование механических и теплофизических свойств изделий с различной структурой;
- » разработка новых способов принятия решений в алгоритме структурно-параметрической оптимизации;
- » использование более мощных аппаратных средств для технической реализации системы управления.

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

АГРЕГАТ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ АПН-250

Агрегат АПН-250 предназначен для нанесения защитных, жаростойких, эрозионно-стойких и износостойких покрытий на изделия диаметром до 120 мм и длиной до 250 мм методом ионно-плазменного осаждения в вакууме. Кроме этого, агрегат может применяться для нанесения многокомпонентных жаропрочных припоев на поверхности паяемых изделий (лопаток, турбин и др.), а также для ремонта деталей с повторным напылением покрытий при условии полного удаления ранее нанесенного слоя с покрываемой поверхности обрабатываемых изделий. Покрытие наносится одновременно на 24 изделия.



КОНСТРУКЦИЯ АГРЕГАТА АПН-250

Общий вид агрегата АПН-250 и функциональная схема агрегата представлена на прилагаемых рисунках.

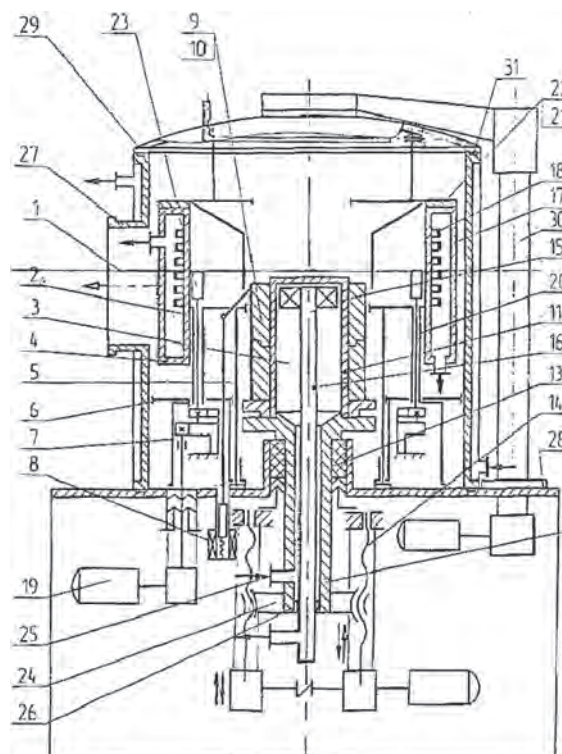
Агрегат содержит вакуумную камеру 1, держатели изделий 2, охлаждаемый катод 3, анод 4, систему электроизолированных экранов 5, 6, 7, устройство для возбуждения вакуумной дуги 8. При этом катод 3 выполнен в виде цилиндрических обечаек 9 и 10, последовательно закрепленных на цилиндрической оправке 11. Катод 3 введен в вакуумную камеру 1 посредством полой штанги 12, электроизолированной от камеры втулкой 13, а вне камеры штанга 12 соединена с приводом 14. Катод 3 снабжен магнитным фиксатором катодного пятна 15, расположенным соосно в полости цилиндрической оправки 11, а при помощи полого штока 16, размещенного соосно в полой штанге 12, имеет возможность регулировки в вертикальной плоскости относительно установленных изделий.

Анод 4 выполнен в виде полой охлаждаемой цилиндрической обечайки 17, соосно охватывающей катод 3 и держатели изделий 2. Анод 4 снабжен магнитной катушкой 18, расположенной в охлаждае-

мой полости анода. Держатели изделий 2 электроизолированы от камеры 1 и соединены с приводом 19, кроме того, держатели изделий снабжены системой защитных экранов 20. Промежуток между катодом 3 и анодом 4 ограничен в осевом направлении кольцевыми электродами-экранами 21 и 22, между которыми расположены изделия 23. Штанга катода 12 вне камеры снабжена электрической клеммой 24 и штуцером 25 для подвода воды к катоду 3. Польный шток магнитного фиксатора 16 введен в штангу 12 через изоляционную уплотнительную втулку 26 и служит дренажным каналом для отвода воды из катода.

Вакуумная камера 1 снабжена радиально расположенным патрубком 27, дном 28 и крышкой 29. Крышка 29 закреплена на поворотной стойке 30. Дном 28 и крышкой 29 соединены с корпусом вакуумной камеры герметично через прокладки 31, а патрубок 27 соединен с откачным постом НД-400.

Общий вид агрегата АПН-250



Функциональная схема агрегата АПН-250

Принцип действия агрегата основан на электродуговом способе испарения материала. Испарение металла с повер-

ности катода происходит благодаря высокой концентрации энергии в катодном пятне. Подвижные катодные пятна удерживаются на поверхности катода электромагнитным полем катушек, расположенных внутри узла. Для стабильного существования разряда угол наклона силовых линий магнитного поля катушек относительно оси катода должен составлять $6...8^\circ$, магнитная индукция – $0,2$ Тл.

Для обеспечения адгезионных свойств и снижения пористости покрытия на изделии подаётся отрицательный потенциал. Источник смещения на стадии ионной очистки обеспечивает подачу напряжения на изделие до 900 В, что позволяет провести первый этап очистки изделия в тлеющем разряде инертного газа, затем – перейти к ионной бомбардировке для очистки и нагрева изделия. После достижения необходимой температуры снижается потенциал смещения на изделии и проводится операция напыления.

Вакуумно-дуговой способ генерации плазмы многокомпонентных сплавов обеспечивает испарение материала катода в рабочей камере агрегата непосредственно из твердой фазы.

В составе агрегата АПН-250 функционируют несколько технологических узлов.

Рабочая вакуумная цилиндрическая камера напыления изготовлена из нержавеющей стали, рубашка охлаждения – из углеродистой стали. Камера имеет верхнюю полусферическую крышку, которая обеспечивает удобную загрузку изделий в рабочее пространство камеры, и их выгрузку, герметизацию вакуумного объема и визуальное наблюдение за процессом напыления через иллюминаторы. Стекла иллюминаторов защищены от напыления. Катод, выполненный из материала наносимого покрытия, крепится на цилиндрической медной оправке. Назначение катодной оправки – подвод потенциала на расходоуемый катод и отвод тепла, выделяющегося при работе агрегата. Надежный постоянный контакт с держателем обеспечивается за счет улучшенного прилегания оправки и рабочего катода.

Внутренняя поверхность крышки и камеры напыления отшлифована. Подъем и разворот крышки осуществляется электромеханическим приводом.

Электромеханический привод обеспе-



Рабочая вакуумная цилиндрическая камера напыления

чивает возвратно-поступательное перемещение и позиционирование катода и катодной оправки относительно фиксирующей магнитной катушки со скоростью $0...10$ мм/сек. Рабочий ход катода составляет 300 мм. Новая схема базирования механизма перемещения катода относительно днища рабочей камеры позволила уменьшить перекося штанги. Для работы в автоматизированном режиме оператору необходимо задать координаты диапазона перемещения катода, скорость движения катода, скорость вращения изделий и осуществить операцию «Нулирование» по вертикальной оси.

Диапазон перемещения катода в вертикальном направлении задается с помощью управляющей программы. Регулируемый электромеханический привод перемещения катода реализован на базе асинхронного двигателя, частотного регулируемого привода и фотодатчика обратной связи по положению типа ЛИР.

Анод выполнен в виде полый охлаждаемой цилиндрической обечайки из нержавеющей стали. Магнитная катушка, фиксирующая положение горения дуги на поверхности катода, размещена в охлаждаемой полости анода. Такая конструкция обеспечивает горение дуги между катодом и анодом через плазменный поток. Внутренний диаметр корпуса анода составляет 750 мм.

В пространстве между анодом и катодом агрегата расположен планетарный привод вращения покрываемых изделий вокруг катода и собственной оси. Регулируемая скорость вращения изделий относительно оси катода – $0...2$ об/мин, относительно оси приспособлений – $0...18$ об/мин. Регулируемый электромеханический привод вращения изделий реализован на

базе асинхронного двигателя и частотного регулируемого.

Зона нанесения покрытия ограничена в осевом направлении системой экранов, предназначенных для защиты корпуса камеры и деталей привода перемещения от плазменного потока, а также предотвращения возможности загорания дуги на деталях привода, находящихся под электрическим потенциалом. Пosaдку и центрирование защитного экрана относительно катода обеспечивает направляющий стакан.

Верхний экран крепится к крышке камеры. Конструкция нижнего защитного экрана обеспечивает возможность его свободного съёма без разборки катода и демонтажа механизмов приводов перемещения катода и вращения изделий.

Механизм поджига рычажного действия, обеспечивающий возбуждение дуги в начале технологического цикла, защищён от напыления. В случае обрыва дуги механизм обеспечивает повторный поджиг, количество попыток задаётся программно. Для предохранения механизма от поломки введён контроль операции поджига дуги в зависимости от направления движения катода: при движении вниз катод останавливается и продолжает движение после возбуждения дуги, при движении катода вверх поджиг происходит без остановки движения. Залипание поджигающего электрода также диагностируется программно. Таким образом, повышается надёжность срабатывания механизма.

Вакуумная система агрегата выполнена на базе автономных постов, оснащённых датчиками давления и блоком управления на основе контроллера семейства Direct Logic.

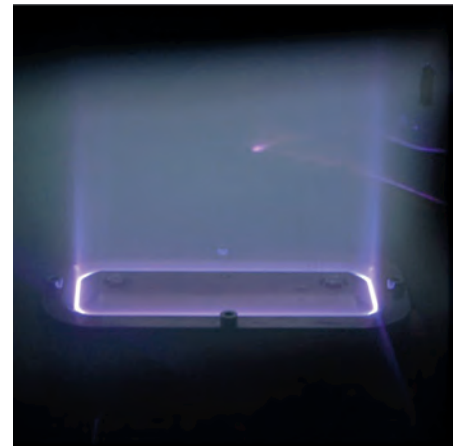
Форвакуумная линия предназначена для создания в камере предварительного вакуума $1 \cdot 10^{-2}...5 \cdot 10^{-3}$ мм рт. ст. в течение 20 минут, а высоковакуумная линия – для создания высокого вакуума $2 \cdot 10^{-4}...5 \cdot 10^{-5}$ мм рт. ст. в течение 30 минут. Безопасную работу при аварийных ситуациях обеспечивают пневматические клапаны.

Ионный источник ИИ-250 используется для ионной очистки деталей и камеры с механизмами.

Протяженный ионный источник ИИ-250 – газоразрядный источник ионов рабочего газа с энергией $300-2500$ эВ. При-

Основные параметры ионного источника ИИ-250

Параметр	Значение
Форма пучка	прямоугольный, полый
Размер пучка (Д × Ш × Т) Длина × Ширина × Толщина	200 × 42 × 5 мм
Напряжение питания	500 ... 5000 В
Средняя энергия ионов пучка	приблизительно равна половине напряжения питания
Максимальное напряжение	5500 В
Максимальный ток пучка	350 мА
Максимальный расход газа	1,5... 2,0 л/ч
Максимальный расход ОЖ	1 л/мин
Максимальное рабочее давление в камере	10 Па
Масса не более	от 3,2 до 3,7 кг



Ионный источник ИИ-250

Программное обеспечение ЧМИ оператора обеспечивает реализацию следующих функций:

- ▶ визуализацию значений технологических параметров и состояния механизмов;
- ▶ ввод, просмотр и редактирование параметров процесса управления;
- ▶ автоматическое формирование оперативных сообщений на основе анализа аварийных и внештатных ситуаций;
- ▶ диагностику ПЛК. Контроллер реализует:
 - ▶ последовательно-параллельное управление механизмами вакуумной системы (логическая задача);
 - ▶ управление процессом напыления (технологическая задача);
 - ▶ идентификацию состояния технологической системы (диагностическая задача);
 - ▶ диспетчеризацию приведённых выше задач (системная задача).

Кроме этого, контроллер выполняет геометрическую задачу: программное управление скоростью вращения изделий и перемещением катода в вертикальном направлении. Для реализации алгоритма перемещения применяется двухканальный модуль обработки сигналов фотодатчика и модуль цифроаналогового преобразования. Управляющий сигнал преобразуется в пропорциональный аналоговый сигнал 0...10 В для управления

нции действия – ускоритель с анодным слоем (УАС).

ИИ-250 предназначен для широкого спектра применений: ионной очистки, травления, полировки, модификации поверхности. Основные параметры ионного источника ИИ-250 представлены в таблице.

Подачу ионизирующего инертного газа в камеру обеспечивает газовый коллектор через трехканальный регулятор РРГ-9. Ионизатор в процессе очистки служит катодом. Система газонапуска реализована на базе регуляторов расхода газов и импульсных натекателей. Время выхода на заданный расход газа – не более 2 секунд, выход на заданное давление – не более 10 секунд от включения.

Система охлаждения обеспечивает подачу воды на корпус камеры, плиту, верхнюю крышку, катод, анод, привод вращения изделий и насосы. Контроль воды и сигнализацию осуществляют блоки БКВ-6-1 и БКВ-6-2 с датчиками протока ДКВ-2.

Система электропитания установки АПН-250 состоит из источника дуги ВВН-1000 и блока для смещения потенциала ИВЭ-047.

Для питания вакуумной дуги применяется источник ВВН-1000, реализованный по схеме тиристорного выпрямителя с водяным охлаждением. Силовая часть источника выполнена на базе трансформатора с водяным охлаждением, что позволило обеспечить компактность, снижение габаритов и массы. Сглаживающий дроссель обеспечивают фильтрацию пульсаций постоянного тока.

Блок ИВЭ-047 представляет собой источник вторичного электропитания с бестрансформаторным сетевым входом,

работающим на частоте преобразования 45... 55 кГц. Модуль ключа коммутатора защищает нагрузку от импульсных токов, возникающих вследствие нестационарных процессов в нагрузке. Длительность «нуля» выходного напряжения при срабатывании дуговой защиты по «провалу» выходного напряжения – 50 мкс. Блок ИВЭ-047 позволяет работать как в режиме стабилизации тока, так и стабилизации напряжения в зависимости от требований технологии напыления.

Электронный ключ активно снижает пространственную неравномерность плазмы газового разряда и поверхностных зарядов на деталях, а также частоту возникновения «микродуг» с подавлением уже возникших при низкой передаваемой в них паразитной энергии. Это предотвращает перерастание «микродуг» в самостоятельные дуговые, коронные и поверхностные разряды и обеспечивает бездефектный и устойчивый процесс нанесения покрытий.

Система управления (СУ) установки АПН-250 включает промышленный компьютер (верхний уровень) и сертифицированный контроллер с операторской панелью (нижний уровень). Технические средства нижнего уровня обеспечивают автономную работу установки.

Функции СУ распределены между контроллером и компьютером. Компьютер выполняет ввод, редактирование и запись управляющих программ напыления, хранение файлов истории технологического процесса, событий и ошибок.

Человеко-машинный интерфейс (ЧМИ) нижнего уровня системы управления выполнен на базе сенсорной панели.



Система управления

частотно-регулируемыми приводами.

Контроллер обеспечивает выполнение дополнительных функций: контроль количества срывов дуги и частоты пробоев на изделии, счётчик моточасов катода.

Человеко-машинный интерфейс (ЧМИ), реализованный на базе операторской панели обеспечивает:

- ▶ управление рабочим циклом,
- ▶ проведение отладочных операций,
- ▶ индикацию параметров управляющей программы напыления (ток и напряжение дуги, ток и напряжение смещения на изделии, скорость вертикального перемещения катода, скорость вращения карусели, давление в рабочей камере, время напыления, количество пробоев).

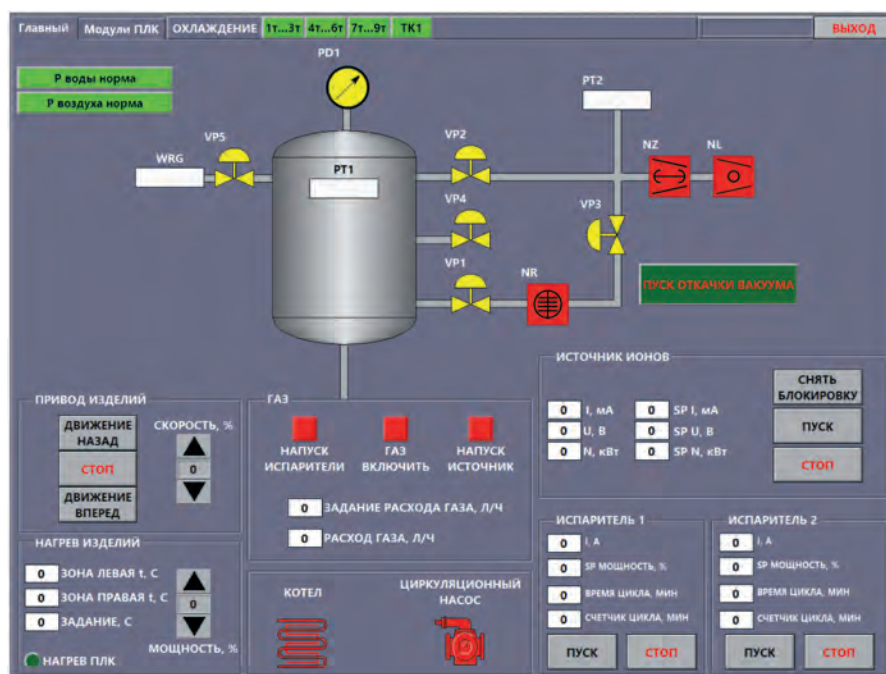
Кроме основных параметров, панель визуализирует:

- ▶ количество попыток поджига;
- ▶ натекание;
- ▶ частоту срабатывания ключа;
- ▶ время охлаждения изделий;
- ▶ время остывания после напыления;
- ▶ время повторной подготовки;
- ▶ начальное напряжение смещения;
- ▶ интервал сохранения;
- ▶ текущее положение катода;
- ▶ моточасы установки.

Основное окно ЧМИ можно разделить на три функциональные зоны:

- ▶ строка состояния: дата, время, наименование окна;
- ▶ отображение технологического процесса и параметров;
- ▶ строка возврата к предыдущему экрану.

Управление окнами ЧМИ осуществляется с помощью сенсорных клавиш. Программное обеспечение обеспечивает удобный многооконный интерфейс,



Мнемосхема агрегата

в котором реализован простой доступ к информации и средствам управления «нажал и смотри».

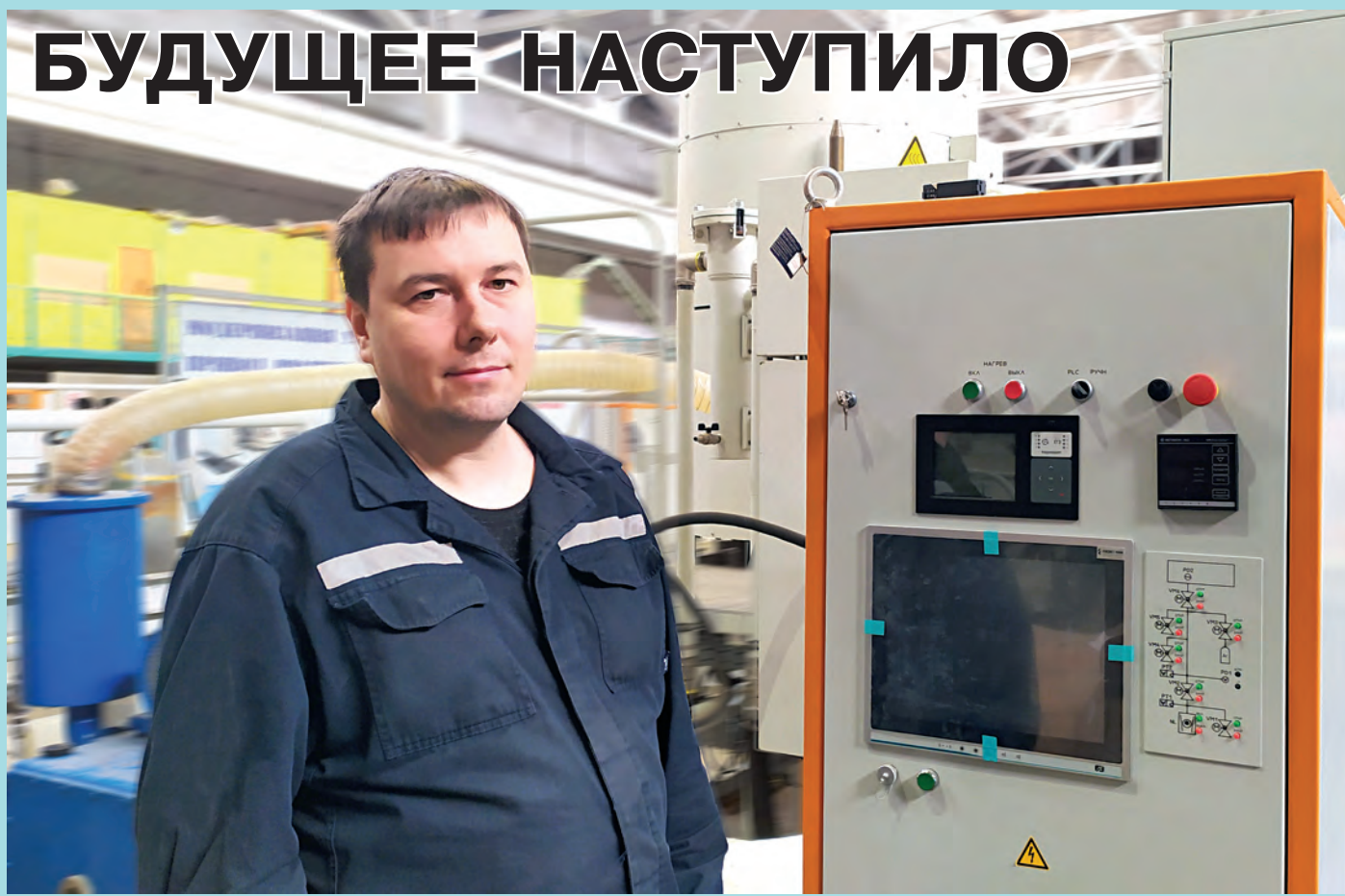
Автоматизированное рабочее место технолога, реализованное на базе персонального компьютера, во время работы производит регистрацию и хранение параметров технологического процесса с привязкой к реальному времени.

Для визуального наблюдения за состоянием механизмов вакуумной системы и значениями контролируемых парамет-

ров используется мнемосхема агрегата, на которой отображается динамика процесса напыления. В основном (базовом) окне выделено несколько областей: клавиатура вспомогательных экранов и мнемосхема, включающая вакуумную систему и систему охлаждения. При касании на управляемый элемент выдаётся контекстная подсказка (какое действие можно произвести), управление возможно только в этом состоянии и осуществляется касанием по соответствующей клавише.

Основные параметры агрегата АПН-250

Основные параметры	Значения
Напряжение питания, В	380±10%
Установочная мощность, кВА	130
Производительность по испаряемому катоду, кг/ч	0,2... 0,25
Коэффициент использования испаряемого материала, %	40... 70
Скорость конденсации покрытия, мкм/мин.	1... 5
Количество одновременно обрабатываемых изделий, шт.	12... 24 и кратное 24
Габаритные размеры обрабатываемых изделий, мм, не более: диаметр высота	125 200
Давление в камере при ионизационной очистке изделий, Па (мм рт. ст.)	1,33... 1,33·10 ⁻¹ (10 ⁻² ... 10 ⁻³)
Давление в камере при нанесении покрытий, Па (мм рт. ст.)	2,66·10 ⁻² ... 6,65·10 ⁻³ (2·10 ⁻⁴ ... 5·10 ⁻³)
Натекание в вакуумную камеру воздуха, м ³ .Па/с (л.мкм.рт.ст.с ⁻¹), не более	6·10 ⁻⁴ (4,5)
Давление охлаждающей воды на входе при охлаждении открытого типа (от цеховой системы), Па (кгс/см ²)	2·10 ⁵ ... 5·10 ⁵ (2... 5)
Температура воды на входе, °С	20
Расход воды, м ³ /час	5,0
Давление сжатого воздуха, Па (кгс/см ²)	4·10 ⁵ ... 4,5·10 ⁵ (4... 4,5)
Расход сжатого воздуха, м ³	0,005
Габаритные размеры установки, мм, не более: длина ширина высота	4830 4200 3107
Масса, кг, не более	4500



БУДУЩЕЕ НАСТУПИЛО

Ведущего инженера-программиста научно-технического центра ПАО «Электромеханика» Дмитрия Арсина на месте застать непросто. Почти половину прошлого года он провел в командировках. Оборудование, которое конструирует и производит наше предприятие, установлено на крупнейших машиностроительных предприятиях по всей России. Сложнейшие установки эксплуатируются, адаптируются под новые условия, проходят модернизации, - и все это требует внесения изменения в системы и программы управления. Дмитрий Валерьевич как раз и занимается тем, чтобы возможности оборудования расширялись не только благодаря конструктивным достижениям и разработкам, но и благодаря точности и четкости управления процессами и отслеживанию данных о технологических параметрах.

Будущее уже наступило, теперь почти без участия человека протекает подавляющее большинство промышленных технологий и процессов. Наши отцы в 50-е могли только мечтать о подобной автоматизации, а мы с вами не только привычно наблюдаем, как реализуется текущий этап промышленной революции, но и сами в нем участвуем. А такие научно-технические центры и их сотрудники, как НТЦ ПАО «Электромеханика», эту революцию создают своими руками, постоянно совершенствуя свои компетенции и разрабатывая программный продукт «по заказу», даже если приходится начинать совершенно новую и неизвестную для себя сферу деятельности. А поскольку расширяются компетенции предприятия, такое новое – далеко не редкость. К примеру, недавно группе программистов НТЦ, которые привыкли работать с сложными высокотехнологичными установками для предприятий авиа- и двигателестроения, было поручено создать системы управле-

ния совершенно разных по направлению и сложности задач объектов – уникального испытательного барокомплекса и небольшого мусоросортировочного комплекса. О том, что наше предприятие вновь стало работать на экологию, мы уже упоминали...

Окончив после школы машиностроительный техникум в родном Ржеве, Дмитрий стал получать высшее образование в техническом университете по специальности «автоматизация технологических процессов и производства». И уже тогда попал на практику на «Электромеханику», в отдел, возглавляемый Юрием Соколовым. Этот увлеченный и неординарный человек, знакомый всем читателям нашего журнала по множеству публикаций, высококлассный специалист по автоматизации технологических процессов, сумел вовлечь в профессию и молодого программиста, да так, что Дмитрий остался трудиться здесь, на первом для себя рабочем месте, на долгие годы.

Перспективное десятилетия назад,



это направление с ростом технических возможностей и требований к качеству продукции год от года становится только актуальнее, как на любом отдельно взятом предприятии, так и в отношении промышленности вообще. И качественно выполненные, точные системы управления открывают новые возможности для развития технологий: это касается, например, аддитивного направления, создания изделий из порошков различного химического состава с заданной структурой.

В отечественном аддитивном производстве ПАО «Электромеханика» является бесспорным лидером. Это направление было взято в качестве одного из приоритетных более десяти лет назад, потому что создание специализированного оборудования в данной области – приоритетная задача, направленная в числе прочего и на импортозамещение. Установки типа «Гранула» для создания порошков различного химического состава с контролируемым размером, формой, свойствами успешно и точно работают во многом благодаря программному обеспечению, которое обеспечивает функционирование промышленных компьютеров, программируемых контроллеров, средств измерения как единой системы, сводя к минимуму человеческий фактор и непредсказуемые результаты. Новое в

России промышленное направление в области гибридно-аддитивных технологий стало следствием создания и развития технологии производства вышеупомянутых порошков, а области применения таких технологий поистине безграничны.

Нанесение многослойных покрытий и отжиг изделий (в том числе в вакууме), послойный синтез, сварка в контролируемой среде, литье – эти и многие другие процессы в выпускаемых по требованию заказчиков установках нашего предприятия с высокой точностью происходят благодаря системам управления, которые разрабатывают Дмитрий Арсин и его коллеги. Дмитрий, опыт которого в этой области почти 20 лет, считает, что создавать программный продукт для установки нужно одновременно с ее конструированием. Не тогда, когда она уже готова и стоит задача автоматизировать ее работу, а одновременно с проектированием узлов и комплектующих, чтобы разрабатывать автоматику системно, а не согласовывать уже готовые узлы и компоненты.

Когда наполнялся этот номер нашего журнала, Дмитрий Арсин находился в очередной служебной командировке. Два года назад в Красноярске «Электромеханикой» был спроектирован и построен целый цех с высокотехнологичным барокомплексом, и в ходе его эксплу-

тации в зависимости от поставленных задач приходится корректировать управление процессами – потому на заводах-заказчиках и нужны программисты «Электромеханики», такие, как Арсин.

Сидеть на месте не приходится ни в буквальном, ни в переносном смысле. Четко знать технологии и процессы, а также узнавать новое, совершенствоваться, учиться, общаться с коллегами, перенимать зарубежный опыт. В 2011 году Арсин стал лауреатом – победителем конкурса «Инженер года» в номинации «Инженерное искусство молодых». Его успехи, трудолюбие и равнодушие по

отношению к делу замечает руководство: Дмитрий Валерьевич неоднократно отмечен ведомственными грамотами и благодарностями, а в прошлом году Дмитрий Арсин был удостоен и Почетной грамоты губернатора.

В чем секрет его успеха? Не только в творческом отношении к делу и хорошим базовым знаниям. Но еще и в здравом подходе, говорит Дмитрий, в умении посмотреть на ситуацию со стороны. Если дело буксует, отойди и дай процессу отдохнуть. А потом все получится. А еще, убежден он, сильные специалисты вырастают на предприятиях в том случае, если они увлечены своей работой и заинтересованы в результате, а не приходят «отбыть рабочий день». И рассказывает почти анекдотичный случай, когда группа специалистов завода выехала для наладки установки по гарантии, а на месте оказалось, что эксплуатанты забыли включить один тумблер...

Хорошо, что такое встречается нечасто. Будущее наступило, технологиями давно управляет автоматика. Но уже понятно: человек все равно останется главным. Поэтому дальнейшее будущее за человеком – умным, компетентным, равнодушным, который много знает и стремится расширить возможности технологий.



ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ ПРОХОДИТ ПЕРВЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Российский авиадвигатель ПД-8, который заменит иностранные двигатели на самолетах SSJ-100 и Бе-200, разрабатывается по поручению правительства РФ, заказчиком в рамках госконтракта выступает Минпромторг. 11 мая в госкорпорации «Ростех» сообщили о завершении стендовых испытаний этого двигателя. ПД-8 должен заменить французско-российский двигатель SaM-146. По итогам испытаний завод «ОДК-Сатурн» во время рабочей поездки в Ярославскую область посетил глава Минпромторга Денис Мантуров.

Работа по созданию российского двигателя тягой 8 т ведется с 2019 года и была интенсифицирована с учетом введения недружественными странами новых санкций.

Мантуров сказал, что, согласно «форсированному» плану работ по двигателю, уже в первой половине следующего года должны начаться его интенсивные испытания в составе импортозамещенной версии самолета SSJ-100, это позволит получить сертификат в конце 2023 года. Процессы сертификации двигателя и самолета будут идти параллельно, добавил он.

Сейчас на «ОДК-Сатурн» производят лопатки газотурбинных двигателей, необходимые как для новых ПД-8, так и для наземных энергетических установок. Производящиеся здесь конструкции соответствуют лучшим мировым образцам. На предприятии освоены сложные технологические процессы монокристаллического литья – инновационное производство ориентировано на ежегодный выпуск более чем 600 тыс. литых заготовок лопаток турбины – причем не только для российских, но и для иностранных агрегатов. Литейное производство находится в Рыбинске в рамках реализации федеральной программы Минпромторга. В технологической цепочке задействованы установки производства ПАО «Электромеханика» – направленной кристаллизации ВИП-НК, она предназначена для литья лопаток из специальных жаропрочных сплавов, кристаллизующихся с низкими скоростями при высоких термических градиентах, а также для высокоскоростной направленной кристаллизации лопаток из обычных жаропрочных сплавов и для отливок других деталей, и вакуумные индукционные установки УППФ для литья изделий с поликристаллической структурой из жаропрочных сплавов в условиях серийного производства и для отработки сложных технологий в опытном производстве.

В настоящее время на территории Российской Федерации лишь несколько предприятий занимаются проектированием и производством подобного оборудования. Ведущим предприятием отрасли по праву считается ПАО «Электромеханика». Доля литейного оборудования ПАО «Электромеханика» в тех-

нологической цепочке производства промышленных предприятий РФ, занимающихся изготовлением газотурбинных двигателей нового поколения, составляет более 80 процентов. Основными покупателями являются предприятия «Объединённой двигателестроительной корпорации». Данное оборудование является собственной разработкой научно-технического центра ПАО «Электромеханика» и зарегистрировано как интеллектуальная собственность в Роспатент.

Первый полет пассажирского лайнера SSJ 100 с отечественным двигателем ПД-8 может состояться в начале 2023 года. Силовая установка должна быть поставлена уже до конца этого года.



ПАО «ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА» НА МЕЖДУНАРОДНОМ ФОРУМЕ «ИННОВАЦИИ. ТЕХНОЛОГИИ. ПРОИЗВОДСТВО»

С 16 по 17 мая в Рыбинске Ярославской области проходил VIII Международный технологический форум «Инновации. Производство». Организаторами форума традиционно выступают АО «Объединённая двигателестроительная корпорация» и правительство Ярославской области. Настоящий форум стал постоянно действующей коммуникационной образовательной площадкой для развития компетенций сотрудников предприятий, входящих в состав Объединённой двигателестроительной корпорации, и ее партнеров, формирования сообщества проектных команд и развития научно-технической кооперации, установления государственно-частного партнерства, получения информационной, методологической и финансовой поддержки для проектов развития. На площадках форума прошли тематические мероприятия по направлениям технологического развития. Ведущий инженер-конструктор ПАО «Электромеханика» Сергей Гусев принял участие в работе форума. Сергей Альбертович представил доклад-презентацию «Комплексная триада оборудования для производства металлических порошков и гранул» о разработке нашего предприятия, обеспечивающей неразрывный цикл производства-качества-логистики гранульно-порошкового сырья для аддитивных технологий в полном соответствии с технологическими требованиями современной цифровой индустрии.

ВРЕМЯ ТРЕБУЕТ, МЫ ОТВЕЧАЕМ

Конструкторское бюро специального назначения ПАО «Электромеханика», о котором мы писали в ряде прошлых номеров нашего журнала, продолжает развивать направление по проектированию и изготовлению комплексов и отдельных установок оборудования для отрасли мусоропереработки. Курирует его заместитель генерального директора по инновационной деятельности предприятия Вячеслав Замятин. Мы поговорили с ним о том, как работает КБСО сейчас.



Недавно мы закончили объект в городе Череповец. Примечательно, что если раньше мы в своих решениях по системам управления мусоросортировочных комплексов пользовались услугами сторонних компаний, то в этот раз впервые применили возможности и компетенции по разработке и реализации в оборудовании электронных автоматических систем уп-

равления технологическими процессами НТЦ нашего же предприятия, и первый опыт стал успешным – несмотря на то, что специалистам научно-технического центра ПАО «Электромеханика» ранее не приходилось иметь дел с установками такого типа. Евгений Ворслов, Дмитрий Арсин и Алексей Бобров в короткие сроки ознакомились с новым для себя объектом, в итоге сделали хороший программный продукт и реализовали его в



системе управления оборудованием.

Линия в Череповце была построена более десяти лет назад силами наших же инженеров, все это время она успешно функционировала, и к настоящему времени потребовалась ее модернизация – что мы на себя и взяли по предложению заказчика – регионального оператора по обращению с отходами Вологодской области. Это компания «Чистый след». Мы дооснастили линию барабанным грохотом, магнитным сепаратором, поворотным конвейером (кстати, подобный мы ранее не делали), и проведенной работой заказчик остался доволен. Это несмотря на то, что по объективным причинам сроки мы соблюсти не успели.

Да, на сегодняшний день у нас, – впрочем, как и у коллег на других предприятиях, – есть определенные проблемы с завершением заказов, это связано как с прошлогодним повышением цен на металл, так и с другими последними событиями.

– Вячеслав Викторович, сегодняшний день заставляет мобилизоваться, искать новые комплектующие и поставщиков, самим разрабатывать узлы, которые ранее закупались за рубежом... Понятно, что свято место пусто не бывает и взамен выпавших производителей придут другие, но на это нужно время. Над чем КБСО работает в настоящий момент и как решает все эти вопросы?

– Да, для нас сейчас очень важно перестроить работу и переписать конструкторскую документацию с учетом изменившихся реалий. Оптические сепараторы TOMRA, многочисленные готовые решения SIEMENS и «Штайнерт» нам недоступны, по крайней мере по привычным каналам, поскольку по ним поставки



прекращены. И даже то, что это оборудование – экологического назначения, смягчающим фактором не является: для инициаторов санкций это вещи двойного назначения. И то, что было построено на импортных платформах, застопорилось... Нарушилась и логистика: в марте наши грузоперевозчики уже не могли выезжать за рубеж, а европейские компании с учетом курса евро и того, что они стали монополистами подняли цены так, что российским заказчикам их услуги стали не по карману.

Но задача продолжить разработку и производство оборудования нашего спектра – вполне выполнимая. В нашей отрасли это не очень сложно, потому что ту же электронику согласны поставлять и Китай, и Тайвань, и Турция. Так что, плодотворно работая, мы вполне можем сохранить и темп, и качество, и даже соблюсти сроки поставок. Мы конкурентоспособны и собираемся такими оставаться. Да, дополнительные сложности возникают по экономическим причинам. Правило бизнеса «думай своими мозгами, работай чужими деньгами», то есть на средства инвесторов, сейчас соблюсти сложнее: процент, под который банки и лизинговые компании предлагают свои услуги, слишком велик. И до момента, когда понизится ключевая ставка ЦБ, это обстоятельство будет иметь значение. Поэтому покупатели сейчас чаще будут



не приобретать новое, а решать задачи по оптимизации уже имеющихся решений и модернизации уже существующего оборудования. Заменить на российские аналоги расходные материалы, улучшить обслуживание, сделать так, чтобы максимально эффективно и длительно работало то, что было закуплено и установлено ранее. Перестроился рынок, перестраиваемся и производители, то есть мы.

Мы провели перегруппировку сил: сейчас у нас работает офис в областном

центре, в Твери. А в плане разработки и производства оборудования мы сегодня делаем ставку не столько на комплексный инжиниринг, а более на готовые решения для текущей деятельности (прессы, пресс-компакторы, узлы для улучшения работы ранее поставленных комплексов). И уже сегодня, помимо выполнения своих обязательств по ранее заключенным контрактам, готовы по требованию заказчика изготовить и поставить узлы и комплектующие оперативно, за один-два месяца.



СТАНКОМАШКОМПЛЕКС НА ПУТИ ЦИФРОВИЗАЦИИ

ОТ МОДЕРНИЗАЦИИ СТАНКОВ К СОБСТВЕННОМУ ПРОИЗВОДСТВУ

История Тверского станкостроительного завода АО «СтанкоМашКомплекс» началась в 1999 году с модернизации тяжелых металлообрабатывающих станков. По мере накопления конструкторских и технологических компетенций завод постепенно перешел от ремонтных работ к собственному производству токарных и фрезерных станков: освоил сборку, организовал монтаж электрошкафов, локализовал производство кожухов и наладил механическую обработку станин и деталей.

Производство первых собственных токарных станков с ЧПУ ТС1625Ф3 и обрабатывающих центров ФС65МФ3 началось в сентябре 2015 года.

Сегодня завод изготавливает оборудование с числовым программным управлением различной сложности:

- токарные и фрезерные станки с ЧПУ;
- вертикальные и горизонтальные обрабатывающие центры;

→ 5-осевые обрабатывающие центры.

Всего в номенклатуре продукции предприятия – более 20 моделей металлообрабатывающих станков.

География их поставок – вся территория России (Новосибирск, Краснодар, Тюмень, Барнаул, Томск, Омск, Ставрополь, Сочи, Находка) и СНГ.

Рост объема производства требовал новых производственных мощностей. В 2019 году Тверской станкостроительный завод приобрел еще 15 тыс. кв. м промышленной площади. Участок механической обработки, в котором обрабатываются крупные корпусные детали станков, увеличился на 2600 кв. м, что позволило разместить более крупногабаритное и мощное оборудование.

Так, на участке механической обработки появились портально-фрезерный и горизонтально-расточной станки, а также 5-осевой обрабатывающий центр. А в начале 2021 года к ним добавилась большой специализированный восьмиметровый немецкий плоско-шлифовальный станок марки Waldrich-





Собург с двумя шлифовальными суппортами для обработки крупногабаритных станин.

ОТКРЫВАЯ КЛИЕНТАМ ДОСТУП К ЦИФРОВЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

В последние годы на пике актуальности тема цифровизации производства. Цифровизация открывает недоступные ранее возможности для разработки, автоматизации, контроля и управления производством.

Основным партнером Тверского станкостроительного завода в сфере цифровизации является немецкая компания Siemens. Компании связывает многолетнее сотрудничество. СтанкоМашКомплекс является одним из крупнейших потребителей систем ЧПУ Siemens в России, а его компетенции и организация производства соответствуют мировым стандартам.

Как сертифицированный инженеринговый партнер Siemens Тверской станкостроительный завод имеет доступ к средствам цифровизации производства и активно использует их как для углубления автоматизации внутренних технологических процессов, так и для предоставления цифровых сервисов своим клиентам, приобретающим и использующим сделанные в Твери станки.

АО «СтанкоМашКомплекс» комплектует станки опцией «Цифровой двойник» на базе лицензионного программного обеспечения (ПО) SinuTrain Siemens. Она позволяет эмулировать программные средства системы ЧПУ станка на персональном компьютере. Компьютер с установленным ПО SinuTrain становится полным виртуальным прототипом реального станка. Не тратя машинного времени станка, на нем можно отлаживать ранее разработанные программы обработки, исключая возмож-

ные столкновения узлов, а также оптимизировать режимы его работы за счет устранения дефектов и неточностей программ.

С помощью этого специального программного средства Siemens очень удобно обучать персонал работе с системой ЧПУ станка, изучать интерфейс и принципы написания управляющей программы, а также выполнять верификацию заданной стратегии обработки, в том числе визуально.





Кроме того, в лицензионном ПО SinuTrain клиент может активировать все опции ЧПУ, протестировать их и определиться с правильностью выбранных опций под свои задачи перед их покупкой.

Еще одним очень полезным инструментом в области цифровизации, который сейчас активно тестируется на предприятии, является облачная платформа MindSphere от фирмы Siemens, открывающая много возможностей по мониторингу, анализу и контролю производства. Для обеспечения кибербезопасности станков с системами ЧПУ, которые представляют собой мощные компьютеры, фирма АПРОТЕХ (дочерняя компания Kaspersky) при непосредственном участии специалистов Тверского станкостроительного завода разработала устройство – IoT-кибериммунный шлюз на базе KasperskyOS-KISG 100. Этот шлюз безопасно собирает и отправляет данные для последующей обработки в облачные сервисы MindSphere.

Пока решение по мониторингу и анализу производительности станков с использованием облач-

ных технологий тестируется на предприятии, в ближайшее время планируется начать пилотное тестирование сервиса на станках клиентов. Компания Siemens высоко оценила достижения АО «СтанкоМашКомплекс» в этой сфере и присудила партнеру Диплом в номинации «Инновация года» как производственному предприятию, достигшему значительных успехов во внедрении в работу современных цифровых технологий.

На недавней встрече партнеры подписали соглашение, согласно которому Тверской станкостроительный завод становится сервисным центром Siemens по обслуживанию и ремонту систем ЧПУ, приводов и электродвигателей его производства. Также между ними была достигнута договоренность о поставках в Россию ультрасовременных систем ЧПУ Siemens ONE.

Цифровизация это наше настоящее и будущее, универсальный инструмент, и Тверской станкостроительный завод в числе первых успешно реализовывает его в своей практической деятельности!



СтанкоМашКомплекс

170019, г. Тверь, ул. Академика Туполева, 124

+7 4822 521 521

Эл. почта: info@stankomach.com





«РАБОТАТЬ ЛЮБЛЮ!»

Кто хочет – ищет возможности, кто не хочет – находит отговорки. Это выражение, несколько перефразированное, очень точно отражает позицию сварщика Альберта Агабекова. У него в руках работа, что называется, горит, а необходимость для достижения результата трудиться на совесть (и иногда сверхурочно) Альберт воспринимает как должное и не тяготеет этим совсем. И так же легко об этом рассказывает.

ния и характеристик объекта, подходит к порученному делу одинаково: вникнуть, прочесть чертеж, подумать и только после этого приступить к выполнению.

Чтобы работа получалась, нужны «заточенные» под нее руки и голова. А если отбывать смену, глядя на часы и ожидая окончания рабочего дня, – говорит он, – то и результата хорошего не будет.

И, как правило, получится толк из молодого сотрудника или нет, видно сразу. К сожалению, людей

дистанционно получить высшее образование. Альберт Агабеков больших надежд на то, что это у него получится, не питает: школа была давно, все позабылось, и теперь без отрыва от производства пройти курс по новой, да еще и получить расширенные знания, вряд ли ему по силам. Но попробовать стоило, ведь основная профессия уже у него в руках.

– Отличный коллектив, грамотный спокойный начальник, доброе человеческое отношение и понимание, хорошая зарплата, условия труда куда лучше, чем там, где я прежде работал – что еще надо? – рассуждает он.

Нечасто, тем более в наши дни, встретишь человека, который не ругает руководство, а хвалит, и не жалуется на безденежье, а говорит о достойной оплате своего труда. Альберт Агабеков улыбается и рассказывает, что год назад он купил дом и взял ипотеку на недостающую сумму, – так вот, предприятие берет на себя оплату 50-60 процентов ежемесячного взноса по ипотечному кредиту. Потому что на этом заводе думают о людях и держатся за хороших специалистов, говорит он.

А приятным бонусом для здоровья и хорошего самочувствия сотрудников является льготный абонемент в ФОК «Дельфин», куда многие заводчане ходят заниматься на тренажерах или просто плавать. После работы спешит в бассейн и Альберт.

Своей работой и предприятием он гордится, рассказывая о том, что руководство отмечало его почетной грамотой, премировало, его портрет долгое время висел на Доске почета. И при таком отношении к работе не вызывает сомнения, что тенденция эта продолжится. Ведь сварщик Агабеков не ищет отговорок, а с готовностью принимает все те возможности, которые предоставляет ему жизнь, профессия и предприятие.

– Я работать люблю, – признается он. – И профессия моя мне нравится. Поэтому, наверное, все получается. Для других аргонодуговая сварка сложнее простой, а для меня, наоборот, легче. Люблю читать чертежи, люблю думать над задачей – как эту деталь собрать, как прихватить ее, чтобы не повело, чтобы выдержала нагрузку вакуумом... Вот есть же врачи от Бога – они лечат так же, как живут, как дышат, естественно. А есть такие слесари, которые двадцать лет проработали, а болгарка у них в руке до сих пор не лежит как надо. Ну, значит, не его это дело...

В ответ на просьбу перечислить оборудование и операции, с которыми в основном приходится работать, Агабеков задумывается. В зависимости от заказов, говорит. Это и шкафы для электрооборудования, и узлы установок для аддитивных технологий (для получения и сепарации гранул), для термических, литейных и установок для нанесения покрытий... Выезжал в командировки на предприятия в Уфе, Казани, Белозерске. Здесь, на месте, выполнял сварочные работы в рамках большого заказа на модульные фельдшерско-акушерские пункты, а также на мусоросортировочные комплексы. И каждый раз, независимо от объема зада-

с завышенными потребностями и притязаниями на большую зарплату при минимальном трудовом вкладе – немало. Они есть в любом коллективе, и заводской – не исключение. И именно от них чаще всего приходится слышать негативное о предприятии и о том, что приходится сидеть на «минималке».

... Сам Альберт пришел на «Электромеханику» с биржи труда. Так получилось, что то предприятие, где он работал с момента окончания профессионального училища, прекратило свою деятельность. А в Ржев они вместе с матерью приехали из Ашхабада в 1995-м – тогда многие переезжали из Туркмении в Россию. Выучился на сварщика, получил 3 разряд, потом – 4-й. А 5-й получал уже на нашем предприятии, куда по совету бывшего сослуживца Николая Чупятова (сейчас Николай Николаевич – замгенерального директора по производству ПАО «Электромеханика») пришел после сокращения с Экспериментального ремонтно-механического завода. И остался здесь. А недавно даже попробовал снова сесть за студенческую скамью: ПАО «Электромеханика» в рамках сотрудничества с Тольяттинским техническим университетом открыло учебно-консультационный пункт, где можно

77-ЛЕТНЕ ВЕЛИКОЙ ПОБЕДЫ



9 мая, в 77-ю годовщину Великой Победы, в Ржеве традиционно прошли торжества, посвященные этой дате. И традиционно, во всех мероприятиях участвовали представители ПАО «Электромеханика»: они помогали готовить город к празднику, участвуя в субботниках не только в микрорайоне, где расположено предприятие, но и на подшефных территориях; они возлагали цветы к воинским захоронениям и участвовали в митингах, они прошли в строю «Бессмертного полка» с фотографиями своих старших родственников, которые ковали Победу на фронте и в тылу.

Второй по величине город Тверской области Ржев, который носит почетное звание города Воинской славы, с появлением здесь Мемориала Советскому солдату приобрел особую значимость, и это делает его центром патриотических мероприятий всего региона. Именно в Ржеве начались торжественные мероприятия с участием губернатора области Игоря Рудени, председателя Законодательного Собрания Сергея Голубева и заместителя председателя ЗС Виктора Константинова (генерального директора ПАО «Электромеханика»), сенатора РФ Людмилы Скаковской, руководителей

региональных подразделений федеральных ведомств.

– 77 лет назад советский народ сокрушил нацизм, завоевал свободу для родной страны и всего мира. На земле Верхневолжья на протяжении трех лет шли ожесточенные сражения. Здесь враг, беспрепятственно покоривший Европу, встретил яростное сопротивление. Солдаты и офицеры Красной Армии, партизаны и подпольщики, мирные жители проявили величайшую силу духа, непроходимой стеной встали на защиту Родины, преградили фашистам путь к столице нашей Родины – Москве. В каждой семье Верхневолжья с гордостью вспоминают своих родных и всех, кто на фронте и в тылу приближал Великую Победу, – отметил в поздравлении с Днем Победы Игорь Руденя. Особые слова благодарности он адресовал ветеранам. К сожалению, с каждым годом их становится все меньше. Ни одного участника Великой Отечественной войны в живых не осталось в Ржевском районе, и в городе их ряды неумолимо редуют. Совсем немного не дожил до 77-летия Победы известный в Ржеве ветеран ПАО «Электромеханика» Евгений Шелехов. О Евгении Михайловиче мы неоднократно на страницах журнала рассказывали читателям, он вел активную деятельность, много работал с молодежью, являлся участником всех без исключения патриотических мероприятий и вместе с Президентом РФ В.В. Путиным открывал Ржевский мемори-



ал Советскому солдату в июне 2021 года. Светлая память о Евгении Михайловиче Шелехове останется в сердцах не только заводчан, но и тех, кто его знал лично и по многочисленным публикациям.

Утром 9 мая на главной площади Ржева состоялся парад, в котором участвовали военнослужащие Ржевского соединения противовоздушной обороны имени трижды Героя Советского Союза маршала авиации А. И. Покрышкина, курсанты Военной академии Воздушно-космической обороны имени маршала Советского союза Г.К. Жукова, парадный расчет Академии Государственной противопожарной службы Министерства чрезвычайных ситуаций России, сотрудники УФСИН по Тверской области, учащиеся школ города, юнармейцы и кадеты.

А затем высокие гости отдали дань памяти павшим героям, возложив венки и цветы к подножию стелы Города воинской славы и обелиску на Соборной горе



Ржева. Председатель Совета директоров ПАО «Электромеханика» Андрей Константинов участвовал во всех церемониях

вместе со своими сыновьями, которые так же, как и он, возложили красные гвоздики к подножию памятников.





НА «ВОЕННОЙ ПРИЕМКЕ» – ОБ УНИКАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЯХ И УНИКАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

В середине мая на телеканале «Звезда» в программе «Военная приемка» вышел сюжет о гиперзвуковой крылатой авиаракете средней дальности Х-31 – первой полностью титановой сверхзвуковой противорадиолокационной ракете страны.

Российская военная промышленность занимает лидирующие позиции в разработке и изготовлению современных высокоточных видов вооружения, особое место среди которых занимает сверхзвуковая авиационная ракета типа Х-31. К основным преимуществам Х-31 можно отнести сложный профиль полета, сверхзвуковую скорость и высокую точность наведения в условиях постановки интенсивных помех. Все это делает отечественную крылатую ракету одним из самых опасных средств поражения во всем мире. Ракеты данного типа построены по нормальной аэродинамической схеме и оснащаются твердотопливными стартовыми и прямоточными воздушно-реактивными маршевыми двигателями, изготовление которых требует сложных высокотехнологичных операций и современного наукоёмкого оборудования.

«Эта ракета не оставит шансов любой из трех типов РЛС и уничтожит американский ЗРК «Пэтриот» при любом раскладе», – говорилось в анонсе программы. Но она рассказала зрителям не только о потрясающих характеристиках и возможностях Х-31. Немалая часть выпуска была посвящена именно уникальным технологиям производства этого мощного оружия, титановой плавке, сварке, литью жаропрочных никелевых сплавов. На головном предприятии КТРВ с применением уникальных методов работы с титаном производят детали этой ракеты.

«Печь отечественного производства, где в автоматическом режиме ведется плавка титана и заливка форм», «Титан – сильная сторона отечественной оборонки», – говорит ведущий, а на кадрах демонстрируется логотип ПАО «Электромеханика» г. Ржев.

Об установке ДВЛ 200-ДМ мы рассказывали в № 12 нашего журнала. Плавильные установки типа ДВЛ-200 предназначены для расплавления в вакууме сплавов из титана и последующей разливки в литейные формы до 300 кг методом расходуемого электрода. При помощи вакуумной электродуговой плавки при силе тока до 40 тысяч Ампер в данной печи выплавляются детали ракеты из слитков титана. Плавка идет в вакууме по причине того, что титан при высоких температурах насыщается примесями.

Очень немногие предприятия используют такие технологии, как вакуумная электро-дуговая плавка, титановое литье – констатируют в «Военной приемке». И еще меньше предприятий, способных, как ПАО «Электромеханика», эти технологии не просто разработать, но и применить в уникальных установках собственного изготовления.



В РОССИИ УСПЕШНО ИСПЫТАЛИ МЕЖКОНТИНЕНТАЛЬНУЮ БАЛЛИСТИЧЕСКУЮ РАКЕТУ «САРМАТ»

Недавно с космодрома Плесецк в Архангельской области был произведен успешный испытательный пуск новейшей межконтинентальной баллистической ракеты «Сармат». Президент Владимир Путин поздравил российских военных, подчеркнув, что МБР – действительно уникальное оружие, способное преодолевать все современные средства противоракетной обороны.

По данным Минобороны, в ходе испытания были подтверждены расчётные характеристики изделия. Как отмечают аналитики, принятие на вооружение «Сармата» позволит существенно укрепить обороноспособность России.

«Аналогов ему в мире нет и ещё долго не будет. Это оружие будет укреплять боевой потенциал наших Вооружённых сил, надёжно обеспечит безопасность России от внешних угроз», – подчеркнул В.В. Путин.

После завершения программы испытаний ракетный комплекс «Сармат» поступит на вооружение Ракетных войск стратегического назначения.

Президент поблагодарил всех, кто принимал участие в разработке и создании нового комплекса, а также обратил внимание, что при сборке «Сармата» используются только комплектующие российского производства.

В создании большого комплекса испытательного оборудования непосредственное участие принимало ПАО «Электромеханика». Об оборудовании и новых возможностях нашего предприятия в строительстве мы рассказывали в нашем журнале в номере 19 («Изготовление современных комплексов для испытаний изделий на прочность и герметичность») и номере 20 («Строительство – новая компетенция ПАО «Электромеханика»).

ВИКТОР КОНСТАНТИНОВ – ЧЕЛОВЕК ГОДА

8 апреля в Тверской области состоялась торжественная церемония вручения наград конкурсов региональной Общественной палаты «Человек года» и «Лучший социальный проект года». Титул «Человек года», наряду с тренером-наставником олимпийской чемпионки Натальи Непряевой, заслуженным тренером России Александром Смирновым, получил генеральный директор ПАО «Электромеханика», зампредела областного парламента и руководитель регионального отделения Российского Военно-исторического общества Виктор Константинов.



Почётное звание «Человек года» присуждается за личные заслуги и достижения в профессиональной деятельности, социальной или общественной работе. Конкурс, проводимый Общественной палатой Тверской области с 2019 года, направлен на поощрение граждан, коммерческих и некоммерческих организаций, СМИ за активную деятельность по развитию институтов гражданского общества, благотворительности и меценатства, защите прав граждан. А с инициативой о выдвижении кандидатов для участия в конкурсе выступают как рядовые жители области, так и общественные организации, органы местного самоуправления и государственной власти. Оценку конкурсных заявок проводит группа независимых экспертов, имеющих опыт общественно-полезной деятельности, реализации социальных проектов, и региональная комиссия, в которую входят представители региональной Общественной палаты и Совета муниципальных образований Тверской области.

– За короткое время наш конкурс общественного признания приобрел популярность и престиж. В этом году поступило 42 заявки на участие из 16 муниципальных образований. И все заявки – сильные. Поэтому победа приобрела особую ценность и значимость. Наша задача – поддержать земляков с большим сердцем и открытой душой. Потому что большой человек – это не тот, у кого большой счет в банке, а у кого богатое сердце, – рассказал председатель Общественной палаты Тверской области Александр Бутузов.

Выделить лучших было непросто, признались организаторы. Каждый человек, преданный своему делу, заслуживает признания. В итоге были утверждены 18 лауреатов и дипломантов конкурса «Человек года» и «Лучший социальный проект года». Победителем конкурса «Лучший социальный проект года» признано областное отделение организации «Российский Красный Крест» за реализацию проекта «Мы вместе сотрем границы».

В конкурсе «Человек года» названы два лауреата.

Победителем в номинации «Общественная деятельность» признан генеральный директор ПАО «Электромеханика», заместитель председателя Законодательного Собрания Тверской области Виктор Константинов, победителем в номинации «Профессиональная деятельность» – первый наставник олимпийской чемпионки Пекина-2022 Натальи Непряевой, заслуженный тренер России Александр Смирнов.

Поднявшись на сцену для вручения наград, Александр Бутузов отметил: несмотря на внешние вызовы, пересмотр ценностей и традиций во всем мире, Россия остается верной своей культуре, своей истории и своей духовности.

– Мы сегодня будем говорить о тех, кто отдал часть своих сил и часть своего сердца другим людям и развитию нашего региона, нашей Родины. Это особые традиции нашей родины.

Он процитировал Евгения Евтушенко:

*Россия, ты большая
и будь всегда большой,
себе не разрешая
мельчать ни в чем душой.
Ты мертвых, нас, разбудишь,
нам силу дашь взаимны,
и ты большая будешь,
пока большие мы...*

Почему Виктор Константинов стал лауреатом премии «Человеком года 2021» в номинации «Общественная деятельность» – стало ясно всем присутствующим в зале после просмотра короткого видеофильма о том, как меняется к лучшему город Ржев. Храмы, купола, Поклонный крест на Соборной горе, элементы благоустройства на городских улицах, детские и спортивные площадки во дворах и прогулочные веранды в детсадах... О многом из этого мы рассказывали в нашем журнале как о социальной миссии нашего предприятия, которая стала возможной только инициативе и доброй воле его руководителя.

– Эта награда – признание не только моей работы, но и вклада всех тех, кто был рядом и поддерживал все начинания, понимал, помогал принимать решения. Это награда всей инициативной группы, которая была образована в Ржеве несколько лет назад, когда мы занимались ремонтом дамбы. И все последующие проекты реализованы благодаря этому коллективу, куда входят руководители предприятий, частные предприниматели и многие другие люди, неравнодушные к нашему городу. Когда за спиной команда – невозможного не существует. Я благодарен всем ржевтянам, которые участвуют в реализации общественно значимых проектов, решают вопросы благоустройства, помогают поисковикам, участвуют в сохранении традиций православия. Спасибо организаторам конкурса за такую высокую оценку нашей работы, – отметил Виктор Константинов



на церемонии вручения.

Один из коллег по заводу, узнав о церемонии и награде Виктора Константинова заметил: Виктор Вениаминович помогает городу, области и просто людям не за какие-то там награды и публикации, а по зову сердца. «Не припомню за несколько лет знакомства, чтоб он хоть раз сказал о своих должностях, регалиях, статусе, как и о добрых делах, которые он сделал. И вдобавок к этому у Виктора Вениаминовича есть одна хорошая черта, которой мне, к примеру, очень не хватает. Ему вообще глубоко фиолетово на дутые авторитеты и пафос. Он делает свою работу, творит добрые дела так, как хочется именно ему, как он это видит и понимает, как считает правильным и справедливым. В этом его сила, настоящий авторитет и признанное уважение».



СИЛАЧИ ВЗЯЛИ «РЖЕВСКИЙ РУБЕЖ»

С того времени, как наше предприятие вновь обрело когда-то построенный им, но позже утерянный физкультурно-оздоровительный комплекс «Дельфин», он постоянно развивается. Здесь ремонтируют помещения, открывают спортивные секции, полностью реконструировали два бассейна, где учатся держаться на воде малыши и занимаются плаванием взрослые, а также постоянно проводят спортивные турниры. Руководство завода установило демократичные цены на абонементы в спорткомплекс для всех ржевлян, а для работников предприятия действуют льготные тарифы. И потому, несмотря на некоторый спад в пандемию, который ощутили на себе все фитнес-центры и спортклубы, ФОК «Дельфин» востребован горожанами и известен среди спортсменов, которые приезжают на соревнования из других городов. У «Дельфина» и у «Электромеханики» есть свои крепкие традиции, есть социальная роль и ответственность перед городом. И соревнования по силовым видам спорта – одна из традиций.

Турнир по силовым видам спорта в «Дельфине» – событие регулярное. Как минимум дважды в год спортсмены из Ржева и соседних

районов и даже областей встречаются на таких соревнованиях, которые получили популярность в Ржеве благодаря Сергею Аладышеву, в недавнем прошлом – ди-

ректору ФОКа и инициатору развития пауэрлифтинга в городе. Его памяти и был посвящен 7 мая турнир, приуроченный ко Дню Победы, с символическим названием «Ржевский рубеж». Организаторами турнира стали ПАО «Электромеханика» и ФОК «Дельфин», при поддержке администрации Ржева, областного правительства и регионального отделения Российского военно-исторического общества, председателем которого является генеральный директор «Электромеханики» Виктор Константинов. Открывая соревнования «сильных людей, которые любят побеждать металл», он поздравил присутствующих с 77 годовщиной Победы и призвал никогда не забывать героев, воевавших за наше мирное небо на ржевском рубеже.

Глава города Роман Крылов также поприветствовал спортсменов и зрителей, а затем сказал несколько слов о Сергее Аладышеве, который руководил «Дельфином», тренировал спортсменов, сам ставил рекорды и заложил традицию проведения в нашем городе силовых турниров, – последователи и сегодня продолжают начатое им дело. Председатель Совета директоров ПАО «Электромеханика» Андрей Константинов поприветствовал спортсменов и болельщиков, пожелав удачи в состязании, и предоставил слово почетному гостю Александру Цветкову, который стал самым возрастным и самым именитым спортсменом, приехавшим для участия в турнире.

В прошлом тот ржевлянин, и судьба его определилась именно на нашем заводе! Родился Александр в 1957 году в Ржевском районе, закончил школу в Ржеве, а потом подростком попал в группу ребят, которых тренировал в ДК «Электромеханика» спортсмен-энтузиаст Виктор Зыков. Виктор Семенович сам работал на нашем заводе токарем, такую же специальность получил и Александр Николаевич. Но после службы в армии, а служил он в спортроте, Александр попал в поле зрения заслуженного тренера по тяжелой атлетике Юрия Маслобоева. По его приглашению и переехал в Дубну и, продолжив занятия спортом, объездил весь мир и поставил множество рекордов, например, в 1974 году взял «бронзу» на первенстве СССР. Мастер спорта СССР международного класса, чем-



пион и рекордсмен Советского Союза, шестикратный чемпион РСФСР, победитель многих международных турниров, Цветков основал в Дубне частный клуб «Сто пудовфф», который сегодня готовит выда-

ющихся спортсменов (сын Александра Цветкова пошел по стопам отца и является многократным чемпионом мира, мастером спорта международного класса). На счету Александра Николаевича – порядка



десяти спортсменов самого разного возраста заявили на турнир «Ржевский рубеж». География участников – Ржев, Зубцов, Кимры, города Подмосковья. Самому юному участнику исполнилось всего 13 лет.



тридцати мировых рекордов в пауэрлифтинге. Его результаты: 255 кг в приседе, 260 – в становой тяге, 175 – в экипировочном жиме лежа... А ведь ему 65 лет! Цветков в своем клубе регулярно проводит соревнования по пауэрлифтингу, – последние прошли 9 апреля и также были посвящены годовщине Великой Победы. Вот таких героев рождает ржевская земля!

Более пяти-

десяти спортсменов самого разного возраста заявили на турнир «Ржевский рубеж». География участников – Ржев, Зубцов, Кимры, города Подмосковья. Самому юному участнику исполнилось всего 13 лет.

Основных состязаний было пять: жим лёжа, становая тяга, пауэрлифтинг, многоповторный (народный) жим, строгий подъем штанги на бицепс. Больше всего участников – 28, среди которых две женщины – заявили на жим лёжа. Соревнования тяжелоатлетов не такие динамичные, как игровые виды спорта или борьба, но очень зрелищные. Видеть, как силачи поднимают от пола или даже над собой, жмут от груди или берут на бицепс вес, который обычный человек и от земли не оторвет, очень интересно. Вот помощники навешивают тяжеленные «блины», от которых гнется гриф штанги, спортсмен готовится, подходит к снаряду, зрители замирают и, кажется, перестают дышать... И только тогда, когда взмывает вверх белый флажок судьбы соревнований, все выдыхают





и аплодируют: вес взят! Впрочем, даже если попытка оказалась неудачной, зрители все равно благодарят тяжелоатлета аплодисментами.

– Мы и тренируемся ради участия в соревнованиях, ради результатов, стараемся их улучшать раз от раза, это наша жизнь, – говорит многократный участник и победитель подобных турниров, ржевитянин Константин Азизмаматов. – У каждого свои предпочтения, свои ожидания и свои достижения. Мне, например, удастся становая тяга, и я стараюсь добиться в ней еще лучших результатов. О Сергее Михайловиче Аладышеве у нас, спортсменов, которые во многом благодаря ему пришли в этот спорт, самые лучшие воспоминания, и я рад, что это дело продолжается, что спорткомплекс, благодаря руководству завода и города, работает, что здесь тренируется много молодежи.

Турнир длился несколько часов. Назначенное на 14 часов награждение вначале отодвинули на 16, а по факту проводили еще позже: многие спортсмены попытались силы сразу в нескольких дисциплинах. Даже строгий подъем на бицепс, который в прежних соревнованиях в Ржеве почти не практиковался участниками, на этот раз шел довольно долго. И немудрено: в каждом направлении за абсолютную победу, помимо медали и грамоты, заводом был учрежден специальный денежный приз в 10 тысяч рублей, так что стимул, по-

мимо собственных рекордов, у сильнейшей был.

Победителей определяли по так называемой формуле Вилкса, которая позволяет сравнивать результаты спортсменов разных весовых категорий. Коэффициент, определенный этим методом, учитывает

и массу атлета, и взятый им вес, и сумму баллов троеборья. Поощрения организаторы предусмотрели и для участников-юниоров: ржевитянам к медалям полагался подарочный абонемент в «Дельфин», иногородним участникам – денежная премия. Многие спортсмены поднимались на пьедестал не единожды и сходили с него с несколькими медалями на груди. Вручал награды глава Ржева Роман Крылов.

Хорошую подготовку и отличный результат показали спортсменки «Дельфина» Мария Михайлова и Наталья Кудряшова, завоевав первые места в своих весовых категориях в жиме лежа.

В пауэрлифтинге абсолютную победу одержал тверичанин Дмитрий Карелин, показав результат 662,5 кг в сумме троеборья. Спортсмен из Кимр Алексей Су-



гин в жиме лежа поднял 180 кг и стал чемпионом турнира в этой дисциплине. Его земляк Михаил Хорев буквально вырвал победу в становой тяге, взяв вес в 270 кг. Строгий подъем на бицепс удался лучше ржевитянину Дмитрию Ористову – его мощный бицепс сумел поднять 87,5 кг. Победитель в многоповторном жиме – тоже ржевитянин: Дмитрий Лебедев сумел 31 раз поднять от груди штангу собственного веса, то есть 90-килограммовую!

Уставшие, но довольные, спортсмены сфотографировались на память и начали разъезжаться по домам. Теперь ФОК «Дельфин» будет ждать их на еще одни традиционные соревнования, которые запланированы на конец лета – в канун очередного дня рождения ПАО «Электро-механика».

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

ОТДЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ (ПОЛИГРАФ) в обеспечении безопасности бизнеса

ПАО «Электромеханика» в своей деятельности, как и все предприятия и организации, постоянно осуществляет работу по приёму и привлечению кадров, а также по анализу взаимоотношений в коллективе, между руководителями и работниками, причин и последствий возникновения внутренних разногласий, конфликтных ситуаций, неправомερных действий сотрудников. Для указанных целей используются предусмотренные действующим законодательством средства и способы получения необходимой информации. В частности, и такие технические средства как полиграф. Мы попросили нашего партнёра – Правовой центр «Человек и Закон» – подробнее осветить тему использования полиграфа в обеспечении безопасности бизнеса. Об этом и пойдёт речь в данной статье.

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИГРАФА

Тему сегодняшнего разговора определили накопившиеся проблемы кадрового обеспечения бизнес-процессов. И, по большому счету, желание поделиться реальным опытом полиграфических исследований, инициированных службой безопасности и кадровым отделом в отношении вновь принимаемых на работу сотрудников.

За последние три десятилетия в нашей стране кардинально поменялись общественные отношения в области трудо-

вой деятельности, да собственно и само понимание процесса труда как жизненной потребности и оценки его результата как предмета потребления.

С одной стороны, остались социальные гарантии, контроль со стороны государства за сферой трудовых отношений, но с другой стороны, рыночный уклад экономики и ее основная цель – получение прибыли – диктуют исключительную волю работодателя.

Среди основных тенденций можно выделить либерализм отношений между работодателем и работником, когда тот и другой расценивают взаимосвязь как воз-



можность оказать временную услугу и, зачастую, не видят в этой коллаборации долгосрочных стратегических отношений. Конечно, отчасти можно за скобками оставить разговор о кадрах звена управления, поскольку их симбиоз с работодателем может состоять и в общей финансовой, интеллектуальной, хозяйственной и иной взаимосвязи и глобальной заинтересованности.

Второй момент связан, с одной стороны, с ограниченностью рынка труда по причине утраты потребности массовых профессий в области промышленного производства и, с другой стороны, с появлением новых специальностей в сфере торговли, дизайна, оптового ритейла, маркетинга, рекламы, компьютерных и IT технологий. Для части из перечисленных профессий нет потребности в постоянном рабочем месте и постоянном личном общении с заказчиком услуги (работодателем).

Можно еще остановиться на проблемах профессионального ориентирования подрастающего поколения, поговорить о качестве профессиональной подготовки молодых специалистов, создании новых рабочих мест... Однако это не является предметом настоящей статьи.

Постараемся сформулировать итог: для каких сфер деятельности может быть востребовано применение технических средств (полиграфа) при отборе персонала.

Конечно, в первую очередь, это сфера финансов. Практика проверки сотрудников банков уже давно перестала быть исключением. Также актуальна проверка в сфере правоохранительной и частной охранной деятельности. Известна старая поговорка – «кто что охраняет, тот то и имеет». Сфера менеджмента, принимающего ответственные решения по капитализации денежных средств или вложений в проекты. Определенно, в этой сфере возможны, да и присутствуют, элементы коррупционных договоренностей, непредусмотренных вознаграждений (откатов) и др. Сфера складских услуг, переработки, комплектования товарных групп. В этой части актуальна проверка работника на устойчивость от соблазна похитить детали или компоненты небольшого размера, которые легко сбить на свободном рынке.

ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИГРАФА

В настоящее время в Российской Федерации законом не запрещено тестирование потенциального работника или действующего сотрудника с использованием полиграфа как при трудоустройстве, так и в случае проведения служебных проверок. Но в любом случае использование полиграфа в коммерческой сфере должно соответствовать положениям Трудового Кодекса России.

ТК РФ наделяет работодателя правом в части сбора и обработки персональных данных работника, в том числе информацию, необходимую работодателю в связи с трудовыми отношениями (Глава 14, ст. 85-90). В этой же главе впервые вводится понятие персональных данных работника¹. В ст. 86 ТК РФ (п.п.1, 3, 4, 5, 8) установлены ограничения в постановке вопросов, касающихся политических, религиозных убеждений, частной жизни, ответы на которые работодатель получает с помощью обработки персональных данных.

¹ Ст. 85 ТК РФ «Персональные данные работника – информация, необходимая работодателю в связи с трудовыми отношениями и касающаяся конкретного работника. Обработка персональных данных работника – получение, хранение, комбинирование, передача или любое другое использование персональных данных работника». Сюда же можно отнести и данные, полученные с помощью опроса с использованием полиграфа.

При проведении тестирований на полиграфе соблюдается требование Закона о том, что «...все персональные данные работника следует получать у него самого» (ст.86 п.3 ТК РФ). Проведение полиграфического исследования осуществляется только после письменного согласия работника, что полностью соответствует п. 4 ст. 86, который гласит: «В случаях, непосредственно связанных с вопросами трудовых отношений, в соответствии со статьей 24 Конституции Российской Федерации работодатель вправе получать и обрабатывать данные о частной жизни работника только с его письменного согласия».

ТК РФ предоставляет работодателю право осуществлять отбор нанимаемого на работу персонала и прямо указывает, что «не являются дискриминацией установление различий, исключений, предпочтений, а также ограничение прав работников, которые определяются свойственными данному виду труда требованиями, установленными федеральными законами» (статья 3, часть 3).

На необходимость проведения отбора работников указывает также пункт 11 части 1 статьи 81 ТК РФ, согласно которому Закон дает работодателю право расторгнуть Трудовой договор в случае «предоставления работником работодателю подложных документов или заведомо ложных сведений при заключении Трудового договора». Очевидно, что работодатель, чтобы не доводить дело до конфликта и расторжения в последующем Трудового договора по указанной причине, вправе применить любые, не противоречащие этическим нормам, доступные средства для повышения качества отбора кадров, в том числе и полиграф.

ПОЛИГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ, ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ

Таким образом, федеральные законы дают работодателям различных форм собственности правовую основу для использования полиграфического исследования в комплексе мер повышения качества отбора нанимаемого на работу персонала и контроля за уже работающими людьми.

Так что же это за техническое сред-

ство (полиграф, или «детектор лжи», в просторечии), который может помочь оценить отдельные качества работника, его психологические внутренние скрываемые наклонности, страхи и отношения к трудовым и иным значимым для работодателя областям деятельности.

Полиграф как прибор представляет собой переносной компьютер (ноутбук) с датчиками сбора информации и сенсорным блоком. Датчики являются регистраторами частоты пульса, уровня артериального давления, параметров дыхания, проявления кожных рефлексов (изменения электропроводности при пототделении) и еще ряда характеристик (в зависимости от модификации устройства). Через специальный программный продукт полученные данные выводятся на монитор в виде графика функции с переменными данными. Дополнительным инструментом в исследовании является видеочамера, снимающая момент полиграфического исследования. В этой части она также может помочь в оценке ответа на вопросы.

Сам по себе прибор не распознает где правда, а где ложь, только фиксирует изменения указанных выше параметров в реальном времени, т.е. в момент обдумывания и дачи ответа на вопрос обследуемым человеком.

Главную же роль в интерпретации полученной информации играет специалист-полиграфолог, имеющий специальное образование².

Качественная работа специалиста начинается не с подключения датчиков. Отметим, что, исходя из специфики поставленных заказчиком перед полиграфологом задач, последним готовится перечень вопросов, которые охватывают интересующие темы. Вопросы имеют специфику, обусловленную отсутствием многовариантности ответов, они ограничены короткими вербальными ответами «Да», «Нет». Кроме этого, содержание вопроса должно исключать двойное толкование и

² По международным стандартам полиграфолог обязан учиться по очной форме не менее 400 часов в аудитории. В Российской Федерации право на осуществление нового вида деятельности дает дополнительное образование на базе высшего от 500 до 1000 часов, подтверждением которого является диплом. Уровень образования является ключевым фактором при проведении психофизиологического исследования с применением полиграфа.

содержать понятную для обследуемого лексику. Ключевые слова в вопросе должны находиться в конце («Детали со склада украли Вы?»), есть еще ряд наработанных практикой особенностей тестирования. Есть и ограничения, тест может содержать от 4 до 15, но не более 20 вопросов.

Непосредственно перед началом полиграфического исследования происходит знакомство с объектом. При этом полиграфолог изучает личность и обстоятельство, с которыми предстоит работать. Затем следует предтестовая беседа (интервью) длительностью до 40 минут, в ходе которой разъясняется принцип действия полиграфа как приборного комплекса, обсуждаются юридические и медицинские моменты. На практике это происходит так: для процесса полиграфического тестирования выделяется отдельное помещение, в достаточной степени изолированное от внешних шумов. Полиграфолог и тестируемый человек находятся в помещении вдвоем, доступ иных лиц туда прекращается.

Во время интервью обследуемый опрашивается по основным темам и узнает о том, что ему предстоит делать на проверке, знакомится с перечнем вопросов, причем выясняется их точное понимание. В ходе беседы достигается психологический контакт. В дальнейшем предтестовая беседа описывается полиграфологом, и уже по ней могут быть сделаны определенные выводы либо опровергнутые, либо подтвержденные самим исследованием.

Следующий этап. Настройка и калибровка прибора. В качестве калибровки полиграфа задают вопросы, на которые психолог точно знает ответы. Можно спросить что-то вроде: «Вас зовут Николай?», «Вам 40 лет?» и так далее.

На самом тестировании уже задаются проверочные и уточняющие вопросы, несколько раз в разной последовательности. Делаются перерывы, чтобы не держать человека более полутора часов под датчиками, в ином случае наступает притупление реакций и можно получить неадекватные итоги исследования.

По окончании полиграфического исследования готовится письменный отчет. Отчет должен соответствовать требованиям ТК России в части обработки персональных данных и подлежит к озна-



комлению с содержанием только уполномоченных должностных лиц заказчика.

ПРИМЕРЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИГРАФА

Перед торговой оптовой дистрибуторской компанией, специализирующейся на купле-продаже элементов микроэлектроники, стояла задача минимизации возможных хищений со стороны работников складского комплекса. Товарные группы характеризовались малым размером (наличием минимальных металлических поверхностей) и, соответственно, практически не определялись в полях контурных катушек стационарных детекторных рамок. Вместе с тем, товар имел спрос на рынке и значительную стоимость.

Решение вопроса, помимо объединения коллектива складского комплекса единым пакетом материальной ответственности, было найдено за счет тщательного подбора персонала. Наравне с иными методами проверки значительную помощь для формирования устойчивого, бесконфликтного и лояльного к работодателю коллектива оказало полиграфическое исследование.

Отметим, что часть потенциальных соискателей (15,7 процента) отсеивалась при первой беседе кадрового сотрудника или руководителя складского комплекса, в ходе которой ими устно делалось предложение при трудоустройстве пройти полиграфическое исследование.

Примерно 10 процентов человек, – после ознакомления с условиями труда, предварительного собеседования и устного согласия на полиграфическое исследование, – не приходили в назначенное время для тестирования и исчезали из поля зрения кадровой службы.

По результатам собственно самого тестирования можно привести следующие показатели:

- ▶ примерно 2 процента искали работу на короткое время и не имели намерения и желания вообще работать;
- ▶ около 3 процентов скрывали значительные долговые обязательства и длительные просрочки в обслуживании кредитных обязательств перед финансовыми организациями;
- ▶ 5 процентов соискателей демонстрировали элементы расстройства психики, препятствующие работе в закрытом пространстве с внутренней транспортной логистикой и необходимостью сочетать логику и память (разбираться в номенклатуре товара, правильно раскладывать, маркировать др.), поэтому им в трудоустройстве было отказано;
- ▶ 10 процентов скрыли в процессе беседы с сотрудником кадрового отдела наличие проблем по прежнему месту работы;
- ▶ по причине скрытой наркотической зависимости отказано в трудоустройстве 30 процентам соискателям, причем выявлялись факты употреб-

ления тяжелых синтетических препаратов;

- не приняты на работу примерно 50 процентов исследованных с устойчивой положительной реакцией на алкоголь, причем у части устанавливались факты употребления алкоголя накануне тестирования, возможно из-за советов псевдоспециалистов, рекомендовавших таким образом обмануть полиграфа.

Приведенная статистика красноречиво свидетельствует в пользу применения метода полиграфического тестирования при приеме кандидатов даже, казалось бы, в такую простую профессию, как складской работник. Принятые меры позволили создать работоспособный и адекватный трудовой коллектив и практически избежать хищения материальных средств. Конечно, полностью избежать издержек не удалось, но их причиной является не умышленный человеческий фактор, а допускаемые ошибки и, в частности, пересортица.

А теперь несколько примеров заключений полиграфолога.

ВЫВОДЫ:

1. Полиграф как приборный комплекс не отвечает на вопросы, где правда, а где ложь. Им только считываются и визуализируются физиологические показатели организма человека. Ответ на вопрос о правде и или лжи дает профессионал – полиграфолог. Вывод им делается на основе анализа графиков и динамики электромагнитных импульсов, снятых с помощью датчиков полиграфа и обработанных специальной программой.
2. Полиграфическое исследование, как один из методов подбора персонала, доказало практическую эффективность. При этом нужно четко сформулировать для специалиста перечень задачи и возможных вопросов, которые предстоит решить в процессе полиграфического исследования и на которые должен быть получен ответ.
3. Полиграф можно обмануть, но только после месяцев практики и непосредственном регулярном доступе к прибору (подробно эту тему мы не рассматривали, но, объективно говоря, опытный профессиональный полиграфолог поймет, что перед ним подготовленный человек, и для каких целей это делалось, уже забота заказчика).
4. Полиграфическое исследование активно используют не только в правоохранительных органах, но и на законных основаниях при приеме на работу во многие коммерческие компании.

Строго конфиденциально

ЗАКЛЮЧЕНИЕ СПЕЦИАЛИСТА РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРОСА С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОЛИГРАФА

г. Москва

«08» октября 2021

Фамилия _____

Имя и отчество _____

Место и дата рождения _____

Образование _____

Место жительства _____

Занимаемая должность кандидат-кладовщик

Исследование проведено специалистом-полиграфологом: _____, имеющим: Высшее психологическое образование (Центральная Государственная медицинская академия управления делами Президента, Москва) по специальности – психолог.

Высшее юридическое образование по специальности юрист-правовед. Удостоверение Центра прикладной психологии (школа Коровина В.В.) применение полиграфа при проведении специальных психофизиологических исследований (курсы повышения квалификации) в 2019 г. Прослушал семинар «Практическое профилирование в структурах безопасности и в частном секторе с элементами профайлинга» Dr. Michal Morag, Dar Peleg в 2018 г. Удостоверение Центра прикладной психологии по теме «Современные технологии применения полиграфа» школа Сошникова А.П., Пеленницина А.Б. (курсы повышения квалификации) в 2016 г.

Удостоверение Центра прикладной психологии по теме «Психологические исследования с применением полиграфа в кадровой работе» школа Сошникова А.П., Пеленницина А.Б. в 2015 г. Прошел VIP-курс Эриксоновского гипноза (Институт гипноза и НЛП), школа Нифатова И.Н. в 2015 г. Прошел курс в Международной академии исследования лжи (школа Молчанова А.Ю.) по теме «Применение полиграфа при проведении специальных психофизиологических исследований» в 2014 г.

Темы, выносимые на проверку: получение задания на трудоустройство конкурентами, наличие проблем, связанных со злоупотреблением спиртными напитками, незаконное использование и употребление наркотиков, наличие проблемных денежных обязательств, незаконное получение вознаграждения на прошлых местах работы, наличие фактов нанесения какого-либо серьезного ущерба (материального или денежного) прежним работодателям, наличие фактов увольнения с прежних мест работы по негативным основаниям, наличие деловых связей с лицами из криминальной среды, совершение уголовно наказуемых деяний, наличие дополнительного незаконного источника дохода, искажение анкетных данных при устройстве на работу, наличие документов, полученных незаконным путем при трудоустройстве.

В ходе предтестовой беседы все вопросы предстоящих тестов были озвучены и обсуждались с обследуемым лицом до полного понимания им смысла подготовленных вопросов. Тесты адаптационного характера были пройдены с результатом 100%, что означает адекватное психофизиологическое состояние обследуемого.

Процентная вероятность достоверности результата оценивается компьютерным полиграфом «Диана-07» в целом по тесту, а не в отдельности по каждому вопросу. При этом используется зональная оценка результатов тестирования по каждому вопросу в отдельности:

СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ ОТЧЕТА

Условия проведения и материалы СПФИ.

Перед началом проверки с опрашиваемым, была проведена предтестовая беседа, в ходе которой он дал письменное согласие на проведение СПФИ.

Способы оценки материалов СПФИ.

Зарегистрированные в ходе СПФИ реакции были подвергнуты полиграфологом экспертному анализу, а также обработаны с помощью алгоритма оценки данных универсального компьютерного полиграфа.

Результаты анализа психофизиологических данных.

Анализ материалов контрольной части СПФИ показал, что реакции опрашиваемого носят адекватный характер, и с их помощью в ходе исследования у него удается успешно выделить скрываемую информацию.

Примечание: Ответ **ПРАВДИВЫЙ** – на проверочные утверждения свидетельствуют об отсутствии в памяти опрашиваемого информации по обсуждаемой теме или событию, являющимся предметом исследования.

Ответ **ЗНАЧИМЫЙ** – на проверочные утверждения может быть обусловлен либо эмоциональными ассоциациями опрашиваемого, либо ложью, связанной с косвенной осведомленностью лица (подозрения, знание отдельных фактов события и т.д.).

Ответ **ЛОЖНЫЙ** – на проверочные утверждения (при отрицательных ответах) свидетельствует, как правило, о неискренности опрашиваемого, его попытке скрыть имеющуюся в памяти информацию по обсуждаемой теме или событию, являющимся предметом исследования.

Ранее проверку на полиграфе проходил примерно год назад.

В ходе предтестовой беседы вел себя открыто, позитивно, мотивированно.

Ранее не привлекался к уголовной ответственности. Родственники не привлекались к уголовной ответственности. Но несколько раз привлекался к административной ответственности, ранее был футбольным фанатом (ультра). В последний раз привлекался к административной ответственности 6 месяцев назад за распитие спиртных напитков во дворе.

Ранее не злоупотреблял алкоголем. Алкоголь последний раз употреблял 7 дней назад (пиво). На прежних местах работы проблем из-за алкоголя не было.

Из наркотических веществ пробовал только травку (14 лет назад).

На данный момент не имеет кредитных обязательств.

По теме негативных причин увольнения с прежних мест работы сообщил, что был уволен год назад из Леруа Мерлен за прогул, причину прогула не помнит. По теме подделки служебной документации сообщил, что таких фактов не было.

Краж и хищений на прежних местах работы ранее не было.

По теме связей с криминалом сообщил, что криминальных связей не имеет, но дружит с бывшим заключенным. Негативные факты в биографии отсутствуют, кроме привлечения к административной ответственности.

Дополнительно не сообщил значимой информации.

В ходе тестирования выявлены устойчивые системные реакции по теме негативных причин увольнения и по теме проблем с алкоголем. В заключении сообщил, что прогул в Леруа Мерлен был связан с алкоголем.

На основании данных, полученных в ходе исследования, можно сделать следующие вероятностные выводы:

Ответ «НЕТ» на проверочный вопрос:

1. «За последние пол года вы пробовали какие-либо наркотики?»

Расценивается как: **ПРАВДИВЫЙ**

Ответ «НЕТ» на проверочный вопрос:

2. «На прежних местах работы у вас были неприятности по работе из-за употребления алкоголя?»

Расценивается как: **ЛОЖНЫЙ**

Ответ «Нет» на проверочный вопрос:

3. «Вы совершали серьезные нарушения, которые могли бы привести к увольнению?»

Расценивается как: **ПРАВДИВЫЙ**

Ответ «НЕТ» на проверочный вопрос:

4. «На прежних местах работы вы совершали кражи/хищения?»

Расценивается как: **ПРАВДИВЫЙ**

Ответ «Нет» на проверочный вопрос:

5. «Вы когда-либо совершали уголовно-наказуемые деяния?»

Расценивается как: **ПРАВДИВЫЙ**

Ответ «Нет» на проверочный вопрос:

6. «На прежних местах работы вы получали незаконное денежное вознаграждение?»

Расценивается как: **ПРАВДИВЫЙ**

Ответ «Нет» на проверочный вопрос:

7. «На прежних местах работы вы занимались подделкой служебной документации в лично-корыстных целях?»

Расценивается как: **ПРАВДИВЫЙ**

Ответ «Нет» на проверочный вопрос:

8. «На прежних местах работы у вас был дополнительный источник дохода, скрываемый от работодателя?»

Расценивается как: **ПРАВДИВЫЙ**

Ответ «Нет» на проверочный вопрос:

9. «У вас есть серьезные долговые обязательства?»

Расценивается как: **ПРАВДИВЫЙ**

Ответ «Нет» на проверочный вопрос:

10. «Кроме сказанного, Вас увольняли с прежних мест работы по негативным причинам?»

Расценивается как: **ЛОЖНЫЙ**

Ответ «Нет» на проверочный вопрос:

11. «В вашей биографии есть какие-либо негативные факты?»

Расценивается как: **ПРАВДИВЫЙ**

Ответ «Нет» на проверочный вопрос:

Рекомендация по итогам проведенного СПФИ: Кандидат НЕ рекомендован к трудоустройству.

Все этапы обследования были завершены.

Полиграфолог _____ / _____ /

Конфиденциально
Только для руководства

ЗАКЛЮЧЕНИЕ
о проведенном психофизиологическом исследовании

1. Общие данные

ФИО		Специалист - полиграфолог	
Дата рождения		Адрес офис тестирования	
Вакансия или должность	стикировщица	Дата и время	Начало: 13:00
			Окончание: 14:55
Стаж работы	кандидат	Оборудование	ПКП Диана 07, заводской № 3707
Организация		Программное обеспечение	ПФК Диана версия 7.8

2. Протокол проверки

№	Темы проверки	Примечание
1.	Сообщение ложной информации о себе	
2.	Предоставление подложных документов при трудоустройстве.	
3.	Наличие судимости.	
4.	Деловые связи с лицами криминальной направленности.	
5.	Совершение противоправных деяний, за которые не понес наказание.	
6.	Проблемы в отношениях с правоохранительными органами.	
7.	Наличие дисциплинарных проступков и дисциплинарных взысканий.	
8.	Злоупотребление служебным положением.	
9.	Соккрытие дополнительных заработков.	
10.	Совершение хищений или присвоение имущества или денежных средств лично и в сговоре с кем-либо.	
11.	Умышленная порча или нанесение ущерба по месту работы.	
12.	Предоставление подложных документов финансовой отчетности для работодателя.	
13.	Наличие связей с конкурентами, передача конфиденциальной информации.	*
14.	Совершение проступков, из-за которых могут уволить.	
15.	Наличие скрываемых конфликтов с руководством и коллегами.	*
16.	Наличие заболеваний, препятствующих выполнению обязанностей по работе.	

№	Темы проверки	Примечание
17.	Удовлетворенность имеющимися условиям труда и материальным вознаграждением.	
18.	Наличие скрываемых финансовых долговых обязательств.	*
19.	Наркотическая зависимость.	R-
20.	Алкогольные пристрастия.	
21.	Увлечение азартными играми.	
22.	Наличие скрываемых негативных мотивов работы (по заданию конкурентов, по поручению криминальных структур, с целью злоупотребления служебным положением, для сбора информации о компании)	

В результате проведенного исследования получены психофизиологические реакции, свидетельствующие об отсутствии скрываемой информации по темам проверки.

Результаты обсуждения тем, предложенных для проверки: Проверяемая в назначенное время прибыла на проверку. Ранее проверку на полиграфе не проходила. Письменное добровольное согласие дала без возражений.

С предыдущего места работы уволилась из-за возникших разногласий с непосредственным руководителем, которую терпела все 3,5 года работы. Была маркировщицей и дополнительно выполняла обязанности оператора установки на термоупаковке. Работала неофициально, поэтому после увольнения в декабре 2021 года стала искать работу с официальным трудоустройством. Разместила резюме на сайте ХэдХантер и откликнулась на вакансию в «ООО _____».

При обсуждении вопросов тем, предложенных для проверки, сообщила:

12. С документами финансовой отчетности никогда не работала.

13. Договоренностей о передаче информации с нового места работы посторонним лицам не имеет.

18. Имеет потребительский кредит. Дочка покупала телефон в интернете и в настоящее время выплачивает рассрочку этого приобретения.

Другой значимой информации в предтестовой беседе не сообщила.

19. Первичную реакцию на употребление наркотиков (R-) объяснила тем, что периодически курит табачные изделия.

Сообщенная информация была перепроверена дополнительным тестом.

В результате проведенной проверки на полиграфе скрываемой информации по вопросам тем, предложенных для проверки, не выявлено.

Результаты опроса носят вероятностный характер и не могут использоваться в качестве доказательства.

Полиграфолог _____ / _____ /

Дата _____

110 ЛЕТ СЛАВНОЙ ИСТОРИИ



Предприятие «Кузнецов» из Самары, входящее в Объединенную двигателестроительную корпорацию, в нынешнем году отмечает 110-ю годовщину с момента образования. Является ведущим предприятием в России по разработке, производству, техническому сопровождению в эксплуатации и ремонту газотурбинных авиационных, жидкостных ракетных двигателей, газотурбинных установок для наземного использования в газовой отрасли, энергетике.

Завод прошел путь от выпуска поршневых моторов Gnome до производства двигателей для самолетов дальней авиации, космических ракет-носителей типа «Союз» и газотурбинных установок промышленного назначения. В начале Великой Отечественной войны завод переехал в «запасную» столицу – город Куйбышев (сегодня – Самара), где за короткий срок удалось организовать производство авиационных моторов АМ-38, предназначенных для штурмовика Ил-2. В общей сложности за годы войны предприятие выпустило около 45 тысяч двигателей

В послевоенный период, в 1950-е годы, на самарском предприятии запустили серийное производство газотурбинных двигателей «НК» для военной и гражданской авиации разработки конструктора Николая Кузнецова, имя которого завод получил в 2010 году.

Космическая страница в истории предприятия была открыта в конце 1957 года, сразу после запуска первого искусственного спутника Земли.

Ракетные двигатели производства «ОДК-Кузнецов» в 2021 году обеспечили 22 запуска космических ракет-носителей типа «Союз» с космодромов Байконур, Восточный, Плесецк и Куру. Самарские двигатели выводили на орбиту космические аппараты Роскосмоса (в том числе, грузы и экспедиции на МКС), Минобороны России, спутники коммерческого назначения.

Участие в космических программах – лишь одно из направ-

лений деятельности «ОДК-Кузнецов». Предприятие проектирует, изготавливает, ремонтирует и сопровождает в эксплуатации двигатели для военной и гражданской авиации, военно-морского флота, а также нефтегазовой промышленности и энергетики, является соисполнителем по многим российским программам импортозамещения.

В 2021 году существенно увеличился портфель заказов предприятия, заключены новые долгосрочные контракты, которые по ряду направлений обеспечивают загрузку наших производственных мощностей с учетом вновь вводимых цехов на период до 2027 года. В течение 2021 года предприятие в установленные сроки выполнило все контрактные обязательства перед своими заказчиками, успешно и по графику идет комплекс опытно-конструкторских работ, направленных на формирование научно-технического задела и создание новых образцов газотурбинных двигателей.



Зам. председателя Комиссии Совета Министров СССР, председатель Государственного комитета Совета Министров СССР по оборонной технике Л.В. Смирнов (слева) в сборочном цехе, 23 июля 1983 г.





ЛЕГЕНДАРНОМУ «КРАСМАШУ» – 90!

13 июня 2022 года 90 лет исполняется АО «Красноярский машиностроительный завод». Легендарный Красмаш был основан в самом начале индустриализации в СССР. Приказом Народного комиссариата тяжёлой промышленности был принят Устав Государственного управления по стройке и временной эксплуатации Красноярского машиностроительного завода – «Стройкрасмаш». Завод, индустриальный гигант, выпускал продукцию, востребованную во многих отраслях народного хозяйства. А с началом Великой Отечественной войны ему пришлось переориентироваться на выпуск военной продукции: он поставил фронт автоматические зенитные пушки, минометы, авиабомбы и подводные мины. За героический, самоотверженный труд в годы войны 16 сентября 1945 года Красмаш награжден орденом Ленина. Более 500 работников были удостоены орденов и медалей Советского Союза.

До 1957 года завод в Красноярске носил наименование «Завод № 4 имени Ворошилова», с 1958 по 1964 год – «Завод № 1001» Госкомитета Совета Министров СССР по оборонной технике, с 1964 года он стал Красноярским машиностроительным заводом им. В. И. Ленина. Как раз в 50-х завод стал выпускать преимущественно ракетную технику: в период «холодной войны» страна должна была быть обороноспособной.

В апреле 1961 года завод начал выпуск

первой одноступенчатой баллистической ракеты среднего радиуса действия. В 1964 году приступил к выпуску ракеты-носителя для выведения на различные орбиты легких спутников. Серийно ракета-носитель изготавливалась до 1971 года, потом ее производство передали другому предприятию. К 2000 году она вывела на разные орбиты более 1000 искусственных спутников Земли.

С середины 60-х годов Красмаш начал серийно выпускать баллистические ракеты для подводных лодок. Последняя носит романтическое имя – «Синева».

В 1989 году Красмаш вернулся к изготовлению космической техники, освоив производство базовых модулей разгонного блока для ракет-носителей «Протон». В 1997 году – для ракеты «Зенит-3SL» – части проекта «Морской старт». Всего было освоено 14 модификаций.

В последние годы «Красмаш» совместно с РКК «Энергия» осуществил работы по адаптации РБ 11С861-03 для использования с космическим ракетным комплексом «Ангара-A5» при запусках космических аппаратов на целевые высокоэнергетические орбиты. В начале 2019 года сдан первый летный образец нового унифицированного разгонного блока, имеющего улучшенные энергетические характеристики.

Кстати, именно «Красноярский машиностроительный завод» получил заказ от оргкомитета Олимпиады-2014 в Сочи на изготовление 16 тысяч факелов для проведения эстафеты олимпийского огня.

Сегодня на Красмаше ведется глобальная реконструкция, техперевооружение, строятся новые корпуса, на



завод поступает и внедряется уникальное оборудование, технологии. Обновляется кадровый состав. Заводу уделяется повышенное внимание со стороны руководства Правительства РФ и ГК «Роскосмос». И не случайно, ведь именно этому предприятию предопределено стать лидером отечественных заводов-производителей ракетно-космической техники.

