специализированный журнал №5 (83) 2013

РИТМ

РЕМОНТ · ИННОВАЦИИ · ТЕХНОЛОГИИ · МОДЕРНИЗАЦИЯ

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ЖУРНАЛ №5 (83) 2013

Промышленные роботы-манипуляторы для авиастроения

Процесс и технологии электрохимической микрообработки

«Металлообработка-2013» – что показала главная станкоинструментальная выставка России

О повышении экономичности автоматической плазменной резки

Стенды для испытаний сложных механических систем

Новый ECOSPEED F 1040:
5-осевой высокопроизводительный обрабатывающий центр с головкой «трипод»

starrag
Starrag Group

www.starrag.com

Более 1000 позиций в наличии!

Эффективные решения для разумного производства

Профессионализм, точность, долговечность

Инструментальная оснастка

Расточные системы

Режущий инструмент

Аксессуары

RBH®

ACmaxin®

www.нашаоснастка.рф

ООО Ай Машин Технолоджи

107241 г. Москва, Черницынский проезд, 3, а/я 8
(для ООО «Ай Машин Технолоджи»)
Тел.: (495) 640-66-05
Факс: (495) 640-68-85
e-mail: sales@imachine.com.tw

АВТОМАТИЗАЦИЯ
В СОВЕРШЕНСТВЕ

HERMLE

ООО «ХЕРМЛЕ-ВОСТОК»
Россия, Москва, ул. Полковая, д.1, стр. 4
Тел. +7 (495) 627-36-34 Факс +7 (495) 627-36-35
E-mail: info@hermle-vostok.ru

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

УСПЕШНОЕ РАЗВИТИЕ/ SUCCESSFUL DEVELOPMENT 6

«Металлообработка-2013» – что отразилось в зеркале главной станкостроительной выставки России / «Metalloobrabotka-2013» – what was reflected in the mirror of a main machine-building exhibition in Russian 6

Конференция «Сделано у нас…» в поддержку отечественного производителя / Conference "Made on our end..." for support of domestic producers 10

Триподные технологии для авиа и ракетостроения / Tripod technologies for aircraft and missilery 14

МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ / METALCUTTING EQUIPMENT 16

Технология электрохимической микрообработки – результаты и перспективы / Electrochemical micromachining technology – Results and Prospects 16

Ультразвуковой способ выполнения отверстий в твердых и хрупких материалах / Ultrasonic method for performing holes in hard and brittle materials 22

Успешный опыт внедрения CAM-систем / Successful experience of CAM-systems implementation 24

Роботы-манипуляторы на службе авиастроительных предприятий / Robots-manipulators in the service of aircraft companies 26

ТЕРМООБРАБОТКА И СВАРКА / HEAT TREATMENT AND WELDING 32

Опыт повышения экономичности автоматической плазменной резки / The experience of increasing the efficiency of automated plasma cutting 32

ИНСТРУМЕНТ. ОСНАСТКА. КОМПЛЕКТУЮЩИЕ / TOOL. RIG. ACCESSORIES 36

Инструмент и опыт его применения в авиационной отрасли / Tools and experience of its use in the aviation industry 36

Электромеханические комплексы для испытания сложных систем на основе энергосберегающих технологий / Electromechanical systems for testing of complex systems based on energy-saving technologies 38

ВЫСТАВКИ / EXHIBITIONS 44

ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР
Ольга Фалина

ИЗДАТЕЛЬ
ООО «МедиаПром»

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
Мария Копытина

ВЫПУСКАЮЩИЙ РЕДАКТОР
Татьяна Карпова

ДИЗАЙН-ВЕРСТКА
Светлана Куликова

МЕНЕДЖЕР ПО РАСПРОСТРАНЕНИЮ
Елена Ерошкина

ОТДЕЛ РЕКЛАМЫ (499) 55-9999-8
Павел Алексеев
Эдуард Матвеев
Елена Пуртова
Ольга Стелинговская

АДРЕС
125190, Москва, а/я 31
т/ф (499) 55-9999-8 (многоканальный)
e-mail: **ritm@gardesmash.com**
http://**www.ritm-magazine.ru**

Журнал зарегистрирован Министерством РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации (перерегистрация) ПИ №ФС 77-37629 от 1.10.2009
Тираж 10 000 экз.

Распространяется бесплатно.

Перепечатка опубликованных материалов разрешается только при согласовании с редакцией. Все права защищены ®
Редакция не несет ответственности за достоверность информации в рекламных материалах и оставляет за собой право на редакторскую правку текстов. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов.

www.ayfer.ru +7 (495) 645-25-17 info@ayfer.ru

АйFeR
Технология Решений

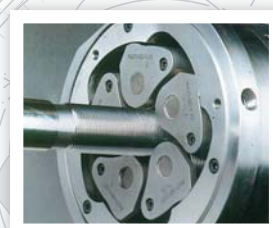
WAGNER® WERKZEUGSYSTEME MÜLLER GMBH

ВЫСОКОТОЧНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ РАЦИОНАЛЬНОГО НАРЕЗАНИЯ НАРУЖНОЙ РЕЗЬБЫ

Резьбонарезные головки

(Увеличенные головки для тяжелейших условий резания)

Конструкция и высокоточное изготовление этой **резьбонарезной головки** специально рассчитаны на тяжелейшие условия резания. Они нарезают прецизионную резьбу в диапазоне диаметров **от 9 до 175 мм** или трубную резьбу **от 3 до 8 дюймов.**



Резьбонакатные головки

выполняют такие виды пластической обработки, как отгибание кромок, накатка желобков, вальцовка точеных элементов труб, уменьшение диаметра, накатывание рифлений и многое другое.
Скорость накатки: **30 ... 100 м/мин.**
Резьба всегда изготавливается за один проход.

Многолезвийная револьверная головка

Находит свое применение везде, где нужно довести диаметр до точного размера. Запатентованный прецизионный инструмент работает с четырьмя твердосплавными сменными пластинами, снимающими за один проход **до 6 мм диаметра.**
Диапазон обтачиваемых диаметров головками MSD: от 2 до 30 мм
Точность токарной обработки может достигать от 0,01 до 0,02 мм на диаметр.

Инструмент боковой накатки резьбы

Этим работающим тангенциально инструментом Вы можете изготовить резьбу с высочайшим качеством поверхности при коротком времени обработки. Для выполнения накатки требуется лишь несколько оборотов детали.Точное количество зависит от шага резьбы, материала и размеров инструмента.
Скорость резания: 3...40 м/мин.
Высокая стойкость роликов.

ООО «Айфер» – официальный представитель в России и республике Беларусь:
117405, Москва, ул. Дорожная. д.60Б, офис 117 Факс: +7(495) 645-85-17

НОВОЕ В АВТОМАТИЗАЦИИ

Новую единую платформу для автоматизации станков – Sysmac во главе с универсальным машинным контроллером Sysmac NJ представляет подразделение промышленной автоматизации **Омрон Россия**. Платформа объединяет в себе последовательное управление, управление движением, сетевой обмен данными, техническое зрение, новое программное обеспечение Sysmac Studio, а также быструю сеть исполнительных устройств EtherCAT для управления приводами, техническим зрением, станциями удаленного ввода/вывода и другими полевыми устройствами. Программный пакет Sysmac Studio позволяет осуществлять полный контроль над системой автоматизации и реализовать задачи конфигурирования, программирования, моделирования и мониторинга в едином ПО. Sysmac Studio позволяет отказаться от нескольких отдельных ПО и использует технологию Microsoft Windows Presentation Foundation (WPF). Такой подход упрощает и ускоряет программирование станка.

www.industrial.omron.ru

ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ АВИАЦИИ

Во время крупнейшей в мире выставки металлообрабатывающего оборудования **EMO** в Ганновере, 18 и 19 сентября пройдет международное мероприятие «Новые производственные технологии для аэрокосмической промышленности». Такую конференцию Институт технологии производства и (IFW) в составе Ганноверского университета им. Лейбница и предприятие Machining Innovation Network e. V. будут проводить во второй раз.

Для станкостроительных компаний мероприятие интересно тем, что на нем будут озвучены запросы от аэрокосмической отрасли на новое оборудование и технологии, на решения для автоматизации и CAD-CAM-системы. Актуальные тенденции в отрасли будут представлены в виде четырех тематических блоков: производственные технологии, оборудование, планирование и организация, а также научные разработки.

www.machining-network.com/conference

НОВЫЕ ИБП

Компания **Delta Group** выпустила новые источники бесперебойного питания (ИБП). Они обладают выходной мощностью от 20 до 200 кВА и предназначены для защиты критически важных объектов, например, на производстве и в ЦОД среднего размера.

ИБП Ultron HPH выходной мощностью 20-40 кВА одинаково эффективно питает активные и реактивные нагрузки (кВА=кВт), а также обладает высоким для отрасли КПД преобразования AC-AC — до 96% (до 99% в экономичном режиме), что позволяет передать максимальную мощность в нагрузку, и тем самым обеспечить устойчивое функционирование критически важного оборудования.

ИБП Modulon DPH мощностью от 25 до 200 кВА, характеризующийся также высоким КПД (до 96% при нагрузке 50%), обладает высоким уровнем отказоустойчивости. Возможность горячей замены основных модулей позволяет избежать риска простоев и свести к нулю среднее время ремонта. Благодаря этой модели ИБП возможно значительное сокращение расходов на оплату электроэнергии.

Компактные и экологичные ИБП Ultron DPS мощностью 60-120 кВА относятся к бестрансформаторному типу. Они обладают высоким коэффициентом мощности (> 0,99) и низкими гармоническими искажениями на входе (iTHD < 3%), что позволяет сократить расходы, связанные с защитой от передачи гармоник в питающую сеть.

www.deltaww.com

ВЫСТАВОК – МЕНЬШЕ, НО ЛУЧШЕ

В Совете Федерации прошел круглый стол на тему «Состояние и перспективы развития выставочно-ярмарочной и конгрессной деятельности в Российской Федерации». Такая злободневная тема поднималась в стенах этого учреждения впервые.

Основной докладчик, Сергей Беднов дал анализ состояния российской выставочной индустрии и проблем, стоящих перед выставочниками. Участники круглого стола обсудили прозвучавшие в докладе предложения, вопросы и озвученные проблемы. Они отметили, что состояние и темпы развития выставочной индустрии не отвечают запросам социально-экономического развития страны. Здесь сказываются ведомственная разобщенность, нехватка адекватной законодательной базы, неразвитость региональной выставочной инфраструктуры, недооценка потенциала выставок со стороны органов власти, недостаток квалифицированных специалистов.

С.П. Алексеев – президент Российского союза выставок и ярмарок (РСВЯ) добавил: «75% выставочных площадей находится в Москве. Нигде в мире нет такой ситуации. Необходимо развивать региональные выставочные проекты».

Президент Лазерной ассоциации И.Б. Ковш подчеркнул необходимость государственной помощи в участии компаний-разработчиков и производителей высокотехнологичной продукции в тематических зарубежных выставках. А также обозначил важность взаимодействия организаторов для исключения таких ситуаций, когда выставки схожей тематики проходят в одно и тоже время, причем иногда даже в одном регионе. Эту тему развил президент ассоциации «Станкоинструмент» Г.В. Самодуров, обратив внимание, что в октябре месяце 2013 года только в Москве проходят четыре выставки по тематике станкостроения.

По итогам обсуждения были приняты рекомендации федеральным и региональным органам законодательной и исполнительной власти.

5 ЛЕТ В РОССИИ

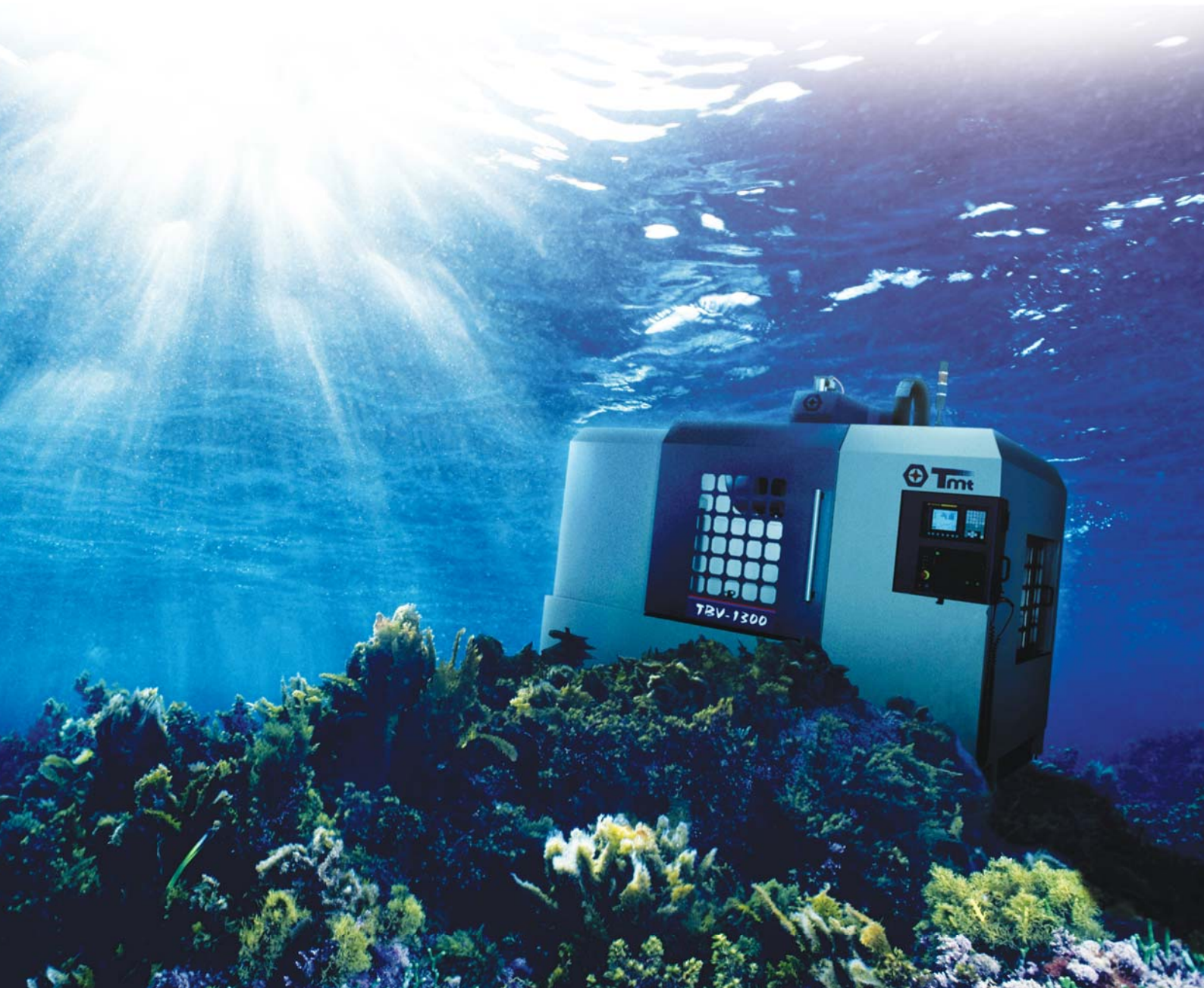
По статистике четверть российского импорта поступает из Германии, а это продукция 20-и из 33-х отраслей машиностроения. Среди них такие сферы как производство технологичных машин и оборудования, транспортно-погрузочная техника, сельскохозяйственные машины, оборудование для пищевой промышленности и упаковки, станки и насосное оборудование. О необходимости дальнейшего развития сотрудничества между нашими странами говорил на пресс-конференции президент Союза машиностроителей Германии (VDWA) др. Томас Линдер. Мероприятие было посвящено 5-летию деятельности организации на территории России.

В ближайшие годы немецкие производители собираются удвоить свое присутствие на российском рынке. Однако для этого необходимо совершенствование деятельности в трех направлениях: надежные рамочные условия, высокое качество подготовки специалистов, качество поставок комплектующих.

По словам др. Томаса Линдера: «Вступление России в ВТО – важный и нужный шаг на пути либерализации доступа на рынок. Это усилит конкуренцию российских производителей. Однако это не должно привести к созданию новых торговых барьеров. Кроме того, нашим странам необходимо унифицировать технические стандарты. Мы с озабоченностью рассматриваем введенную в феврале 2013 года защитную таможенную пошлину на импорт комбайнов в размере 27,5%, а также предстоящий утилизационный сбор на автомобили. Такие меры со стороны российского руководства затрудняют наши торговые связи».

Представители VDWA высказали сожаление о том, что со стороны немецкой стороны, несмотря на многолетние усилия, так и не удалось добиться безвизового режима для российских деловых партнеров.

СТАБИЛЬНАЯ РАБОТА В ЛЮБЫХ УСЛОВИЯХ!



ИНТЕХСЕРВИС
технологии обработки металла

Филиал:
620142, г. Екатаринбург,
ул. Большакова, 61, оф. 502/3
Тел./факс +7 (343) 287-17-86
E-mail: office-ekb@its-74.ru

454091, г. Челябинск,
пр. Ленина, д. 21а, оф. 315
Тел. +7 (351) 263-65-95
факс +7 (351) 775-13-25
E-mail: office@its-74.ru

ОТРАЖЕНИЕ

Известно, что выставка как зеркало отражает состояние отрасли. Какие же новые веяния отразила ведущая станкостроительная выставка страны «Металлообработка-2013», проходившая в Москве в 27 по 31 мая?

Торжественное открытие выставки. Выступление президента ассоциации «Станкоинструмент» Г.В. Самодурова.

Во-первых, были установлены рекордные статистические показатели: 1200 ведущих станкостроительных компаний и предприятий из 40 стран демонстрировали достижения современного станкостроения и металлообработки на экспозиционной площади в **38 856 кв. м нетто. Россию представляли 700 экспонентов, правда, большинство из них – дилеры зарубежного оборудования. Количество реальных отечественных производителей составило 467**. За время работы выставку посетило **50 040 специалистов**.

Во-вторых, впервые к выставке было повышенное внимание государственных структур. Приветственные послания участникам направили руководители страны председатель правительства **Д.А. Медведев**, председатель Совета Федерации Федерального собрания **В.И. Матвиенко**, председатель Государственной думы **С.Е. Нарышкин** и др. В открытии выставки и работе официальных делегаций приняли участие: министр промышленности и торговли **Д.В. Мантуров**, заместитель министра **Г.С. Никитин**, заместитель председателя Военно-промышленной комиссии **И.Н. Харченко**, заместитель генерального директора Ростеха **В.В. Артяков** и др. **Первый заместитель председателя Совета Федерации А.П. Торшин** 28 мая провел встречу с участниками выставки «Металлообработка-2013», в том числе с президентами международных и национальных профильных ассоциаций из Республики Беларусь, Германии, США, Италии, Великобритании, Китая, Турции. Главной темой обсуждения стало развитие машиностроительного комплекса и станкостроения в России. В ряде мероприятий деловой программы участвовали руководители ОАО «Станкопром» и «РТ-Станкоинструмент» С.И. Макаров и В.В. Серебренный. Оба новых холдинга предполагают объединение станкостроительных активов для перевооружения предприятий оборонно-промышленного комплекса страны, и, по сути, обозначат векторы развития отечественного станкостроения. Все это, несомненно, говорит о серьезных намерениях государства по развитию отрасли. Но пока можно только предполагать, каким путем оно будет осуществляться.

Председатель совета директоров ОАО "САСТА" А.М. Песков, Министр промышленности и торговли Д.В. Мантуров, генеральный директор ХК «Станкоинструмент» Н.А. Паничев.

Одно из проявившихся направлений – создание совместных предприятий. Например, время подтвердило успешность российско-немецкого предприятия «Донпрессмаш», созданного на базе ОАО «Донпрессмаш» и фирмы STS-TURNPRESS. С 2010 года предприятием освоен выпуск листогибочных прессов с ЧПУ с усилием от 40 до 400 тонн, один из которых был представлен на стенде компании.

Первый собранный на СМЗ электроэрозионный проволочно-вырезной станок CUT 30 P, после выставки передан в дар МГТУ СТАНКИН

Другой путь – крупноузловая сборка оборудования. Во время выставки компанями Galika, Оборонпром, Станкоимпорт, AgieCharmilles и СМЗ было заявлено о начале деятельности на территории Савеловского машиностроительного завода лицензионного производства по сборке электроэрозионного и фрезерного оборудования фирмы AgieCharmilles. Совместная разработка – роботизированный технологический комплекс механической обработки и полировки турбинных лопаток на базе вертикального фрезерного центра NBF 1050 компании MAG и двух отечественных роботов TUR-15 была представлена на стенде «РТ-Станкоинструмент». Центры разработки MAG собираются на базе предприятий холдинга «РТ-Станкоинструмент».

ESTO ЛАЗЕРЫ И АППАРАТУРА

Лазерное оборудование от крупнейшего российского разработчика и производителя «ЭСТО-Лазеры и аппаратура» для любого типа обработки поверхности на базе волоконных, CO_2, Nd:YAG лазеров и приводов на линейных двигателях и ШВП.

В течение более чем 20-ти лет – компания «Лазеры и аппаратура» специализируется на разработке и поставке лазерных станков для приборостроительной, электронной, авиационной, оборонной и космической отраслей промышленности, а также для предприятий малого бизнеса.

Отличительная особенность производства – полный цикл – все этапы: разработка технологии, проектирование, выпуск готового оборудования и сервисное обслуживание – производятся высококвалифицированными специалистами «ЭСТО – Лазеры и аппаратура». В подразделениях группы компаний непрерывно идет разработка новых серийный модификаций станков, а также новых технологий лазерной обработки, что позволяет удовлетворять постоянно растущие требования современного производителя.

Широкая гамма оборудования поволяет нам оснащать целые производственные участки лазерной обработки. Кроме того, «ЭСТО – Лазеры и аппаратура» поставляет расходные материалы к своему оборудованию, а также осуществляет техническую поддержку своих клиентов в течение всего срока службы оборудования.

ESTO ЛАЗЕРЫ И АППАРАТУРА

«**ЭСТО – Лазеры и аппаратура**»
www.laserapr.com, sales@laserapr.ru
Тел./ факс +7 499 731 20 19
Москва, Зеленоград, проезд 4806, д. 4 стр. 1

МИКРООБРАБОТКА:

- **МЛ1 - Милилаб** – широкоуниверсальные машины для резки металлов и обработки керамики и кристаллов толщиной до 2-4 мм
- **МЛ1 - Микролаб** – системы для прецизионной обработки с уменьшенной глубиной дефектного слоя
- **МЛП1 - Нанолаб** – прецизионные машины для микрообработки с лазерами наносекундного диапазона
- **МЛП1 - Пиколаб** – прецизионные машины для микрообработки пикосекундными лазерами
- **МЛП1 - Фемтолаб** – прецизионные машины для микрообработки с фемтосекундными лазерами
- **МЛП1 - Мультилаб** – универсальная лаборатория для исследований взаимодействия лазерного излучения с различными материалами, число лазерных источников – до 3-х
- **МЛС1** – специализированные лазерные машины для прецизионной 3D обработки

МАРКИРОВКА И ГРАВИРОВКА:

- **МЛП2-Компакт** – моноблочный мобильный маркировщик
- **МЛП2-Турбо** – маркировка и глубокая гравировка габаритных изделий
- **МЛС2** – маркировка и очистка поверхности деталей сложного профиля

СВАРКА И РАЗМЕРНАЯ ОБРАБОТКА:

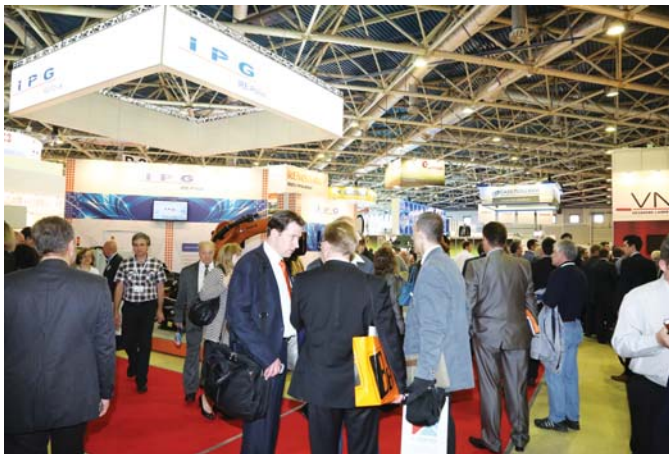
- **МЛ4** – широкоуниверсальная лазерная машина для автоматической сварки и резки с защитной камерой
- **ЛТА4** – полуавтоматический комплекс для сварки с широкими энергетическими параметрами
- **МЛК4** – компактный универсальный автоматизированный комплекс

РЕЗКА И РАСКРОЙ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА:

- **МЛ35-ОХХ** – с волоконным лазером для производительной и экономичной резки стандартных листов металла толщиной до 20 мм
- **МЛ35-0106** – с CO_2 лазером для производительной резки древесины, оргстекла, пластика, картона
- **МЛ3-2** – бюджетная версия с Nd:YAG лазером для небольших производств
- **МЛП3** – прецизионная высококачественная обработка листового металла

ПОДГОНКА РЕЗИСТОРОВ И ОБРАБОТКА ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ:

- **МЛ5-1** – системы для ручной подгонки
- **МЛ5-2** – системы для автоматической подгонки
- **МЛ5-3** – автоматизированные системы для ускоренной массовой подгонки с многозондовыми кассетами



Общее количество посетителей составило 50040 человек.

В дальнейшем оба проекта предполагают партнерские отношения.

Третий путь – инвестиции зарубежных компаний. На общей выставочной площади более 766 кв.м компаниями DMG и Mori Seiki были представлены 22 высокотехнологичных экспоната, в том числе и 5 российских премьер. Однако, интерес многих посетителей был направлен на недорогие станки серии ECOLINE, которые с 2014 года начнут производиться на новом заводе GILDEMEISTER в Ульяновске. Во время выставки компания GILDEMEISTER сообщила о планах по выпуску на заводе в Ульяновске и высокотехнологичных пятиосевых обрабатывающих центров.

А вот самый патриотичный путь развития отечественных станкостроительных предприятий пока самый трудный и непроработанный. Дождутся ли они государственной помощи по аналогии с зарубежными предприятиями: льгот при налогообложении, кредитовании, оплате коммунальных услуг и др.? Пока предприятия по-прежнему выживают, как могут. В силу организационных обстоятельств в выставке в этом году не участвовал «Ивановский завод тяжелых станков», НПО «Станкостроение» представлял стерлитамакские обрабатывающие центры под новой маркой. Отечественных новинок было немного. Разве что радуют компании-производители машин для лазерной обработки, развивающие возможности уникальной технологии. На стенде ЗАО «МСЗ «Салют» был представлен новый 5-ти координатный обрабатывающий центр МШ600 для фрезерования турбинных лопаток. Вызвало удивление официальное отсутствие на выставке стенда Государственного инжинирингового центра МГТУ «Станкин», который заявляет себя как лидер и даже стратег развития станкостроения.

В шахматном чемпионате участвовал молодой российский гроссмейстер Даниил Дубов.

Деловая программа выставки была столь насыщена, что интересные мероприятия перекрывали друг друга. В дни работы смотра состоялись II Всероссийский промышленный форум «Металлообработка: Стратегия 2013–2015 гг.» – организатор конгрессно-выставочная компания «Империя», конференция «Инновационные разработки российских станкостроителей в области обработки материалов» – организатор Ассоциация «Станкоинструмент», II Международный «Форум инновационных металлообрабатывающих технологий» – организатор компания «ДЕГ-РУС», другие крупные профессиональные события, а также многочисленные симпозиумы, семинары, презентации, организованные компаниями-экспонентами. Запоминающимся и необычным событием программы стал **чемпионат мира по шахматному блицу среди роботов-манипуляторов-2013**.

Организаторы традиционно уделили большое внимание вопросам специального образования. 17 ведущих технических университетов, колледжей и региональных технических центров представили свои программы. Приятно наблюдать, когда в этом направлении достигаются успехи. В политехническом колледже №8 имени И.Ф. Павлова не только предлагают программы начального и среднего профессионального образования, но и осуществляют подготовку кадров для заводов по специальности оператор станков с программным управлением. Мастерские колледжа оборудованы новейшими металлообрабатывающими центрами, промышленным роботом, а учебные лаборатории оснащены

Политехнический колледж №8 за годы работы подготовил более 50 тысяч квалифицированных рабочих и специалистов.

тренажерами-имитаторами. Коллектив колледжа – сплоченная команда единомышленников, занимающихся любимым делом.

Хотелось бы также отметить креативность стендов целого ряда экспонентов. Центром экспозиции корпорации «Пумори» стал летательный аппарат «Охотник-3» опытного производства ОАО «НПП «Темп» им. Ф. Короткова», основная часть комплектующих которого выполнена на обрабатывающих центрах OKUMA. На стенде Weber Comechanics работал роботизированный бар. Царя Петра Первого и других персонажей эпохи можно было встретить на стенде Robur International. Все это, несомненно, создавало атмосферу праздника.

Мероприятие состоялось. Можно поздравить организаторов – ЦВК «Экспоцентр» и российскую ассоциацию производителей станкоинструментальной продукции «Станкоинструмент».

В 2014 году ЦВК «Экспоцентр» перенес привычные даты проведения выставки, и она пройдет с 16 по 20 июня.

Mazak
Your Partner for Innovation

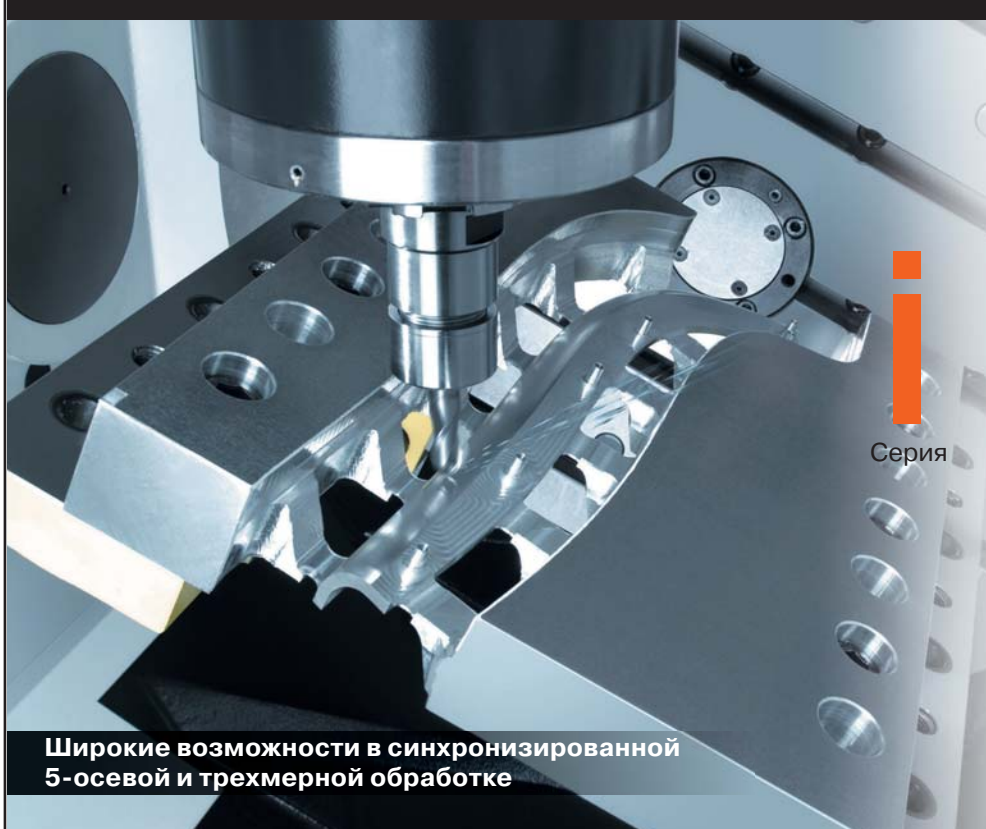
Многосторонняя позиционная обработка

j
Серия

VARIAXIS j - 500

Решение любых задач при многосторонней и 5-осевой обработке

Новые станки серии VARIAXIS j, i



Широкие возможности в синхронизированной 5-осевой и трехмерной обработке

Доступен со склада в Москве

i
Серия

- Размер стола: диа.600 мм * 500 мм
- Шпиндель: 12 000 об/мин, 22 кВт (30 л.с.), конус шпинделя MAS BT 40 BIG PLUS
- Пакет 5-осевой обработки
- Подача СОЖ через шпиндель под давлением 1,5 МПа

VARIAXIS i - 600

ООО “Ямазаки Мазак” 117105, РФ, Москва, Варшавское ш., 17, стр. 1, тел/факс: +7(495)747-49-12 www.mazak.ru

СДЕЛАНО У НАС: ЛАЗЕРНАЯ ОБРАБОТКА

29 мая во время выставки «Металлообработка-2013» прошла конференция «Сделано у нас: лазерная обработка металлов», организованная журналом РИТМ при поддержке Ассоциации «Станкоинструмент» и «Лазерной ассоциации». Отечественные производители лазерного технологического оборудования рассказали о новых разработках, опыте внедрения лазерных станков на машиностроительных заводах.

Среди слушателей присутствовали как представители машиностроительных и оборонных предприятий, так и специалисты лазерной техники, которые с интересом ознакомились с работами коллег. Всего мероприятие посетило около 90 специалистов, среди которых руководители технических служб следующих предприятий: РКК «Энергия», корпорация «МИГ», НПО «Энергия», НПО «Машиностроение», Пермская научно-производственная приборостроительная компания, Дновский электромеханический завод, Белебеевский машзавод, Брянский машзавод, компания «Лазер плюс», ОАО «Технопарк промышленных технологий», «Элемаш», ГК «Тонап», НТЦ «Салют», корпорация «Комета», ОАО «Элара», завод «Электрощит – Самара», НПО «Техномаш», завод «Металл», «Оптикс-М», НПО Газотурбостроения, завод «КМЗ» и др.

Мероприятие показало – отечественным производителям лазерного оборудования есть, что предложить для перевооружения предприятий России. С другой стороны – технические специалисты заводов не всегда владеют информацией о разработках и технологиях, которые предлагает российский рынок станков, не говоря уже о новых разработках. Со своей стороны редакция журнала РИТМ продолжит продвигать отечественные разработки в области станкостроения и металлообработки.

Среди участников, как представители машиностроительных предприятий, так и ведущие специалисты лазерной техники.

Президент Ассоциации «Станкоинструмент» Г.В. Самодуров приветствует участников конференции.

И.Б. Ковш, Лазерная ассоциация. Лазерное направление в промышленности быстро развивается. По статистике каждый четвертый станок, выпускаемый в мире – лазерный. На российском рынке представлено около 250 моделей. Однако освоение этого направления у нас идет очень медленно. Причины: финансовая слабость предприятий, незнание руководителями предприятий о лазерных технологиях, отсутствие грамотных специалистов, которые будут использовать эту технику, отсутствие внятной государственной политики.

В.М. Плотников, НТО «ИРЭ-Полюс». Появление волоконных лазеров дало мощный толчок самым различным технологиям, как в машиностроении, так и других отраслях. Они характеризуются широчайшим диапазоном мощностей до 100 кВт, высоким КПД до 30-35%, надежны в эксплуатации, обеспечивают гибкую технологическую платформу для создания различных установок, позволяют выстроить технологический участок с необходимым набором лазерного оборудования по очистке, сварке, резке, наплавке и др. Это реализовано в лазерном технологическом центре у нас во Фрязино.

А.Н. Коруков, ЗАО ВНИТЭП. Новый комплекс «Навигатор КС5ВД» – машина лазерной резки с двумя независимыми головами, управляемая от одного контроллера, что обеспечивает практически двойную производительность, при этом эксплуатационные расходы в 4 раза ниже; потребление электроэнергии в 10 раз ниже; обеспечивается высокая надежность; цена на 30–40% ниже западных производителей. В этом году прошли испытания нашего нового труборезного станка. Это одна из самых быстрых машин в мире. За время теста порезано 680 км трубы диаметром 50-60 мм и сделано около 20 млн. отверстий.

А.Л. Кудрявцева, «ЭСТО-Лазеры и аппаратура». Производя широкую гамму лазерных станков для микрообработки, маркировки, раскроя, сварки, мы готовы оснащать целые производственные участки. Кроме того, в последнее время мы запустили в серийное производство уникальные комплексы для пятиосевой прецизионной обработки с точностью порядка 10 мкм. Среди новинок и технологический комплекс для сварки крупногабаритных изделий ЛТСК4 с волоконными лазерами мощностью от 2 кВт. А установка МЛП1-MultiLab для микрообработки по сути – универсальная лаборатория, имеющая как минимум 5 рабочих осей и от 1 до 3 различных лазерных источников.

Н.А. Лябин, ФГУП НПП «Исток». Основная продукция предприятия – вакуумная и СВЧ техника. Лазерные технологии развиваем, прежде всего, для внутренних нужд, поскольку оперативно двигаться вперед без них уже невозможно. Производим лазерные технологические установки «Каравелла» для прецизионной микрообработки на основе лазера на парах меди собственного производства, который обладает уникальными характеристиками и позволяет обрабатывать все металлы и большой круг неметаллических материалов. Результаты обработки: малая шероховатость, высокие точность и производительность процесса. Выход годных изделий до 100%.

С.Г. Горный, «Лазерный центр». Современный лазер обладает стабильным тепловым распределением и обеспечивает точное переме-

IPG
IRE-Polus

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ВОЛОКОННЫЕ ЛАЗЕРЫ

ОТРАСЛИ

Машиностроение
Автомобилестроение
Судостроение
Авиастроение
Трубная промышленность
Атомная промышленность
Микроэлектроника

ПРИМЕНЕНИЕ

Резка
Сварка
Закалка
Наплавка
Маркировка
Гравировка
Пайка
Микрообработка

СТАНКИ ЛАЗЕРНОЙ РЕЗКИ

Лазерные комплексы Laser CUT предназначены для качественной резки листовых материалов: углеродистых и конструкционных сталей, коррозионно-стойких сталей, цветных металлов.

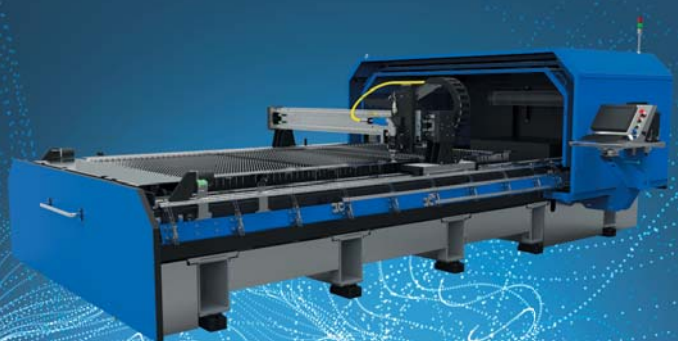
Комплекс может использоваться как самостоятельное изделие с индивидуальным обслуживанием, так и в составе технологических линий.

Координатная система на линейных приводах гарантирует высокие динамические и точностные параметры комплекса.

Использование волоконных лазеров мощностью от 0,5 до 4 кВт с КПД 28-33 %.

Высокая производительность и надежность.

Низкое энергопотребление и затраты по обслуживанию.



НТО “ИРЭ-Полюс” Россия, 141190, МО, г. Фрязино, пл. им. Академика Б.А. Введенского, д.1, стр.3

+7 /496/ 255-7448 +7 /495/ 728-1639
sales@ntoire-polus.ru
www.ntoire-polus.ru

щение луча в пространстве. Это дает возможность создавать уникальные тепловые поля с четко выраженными границами, как пример, можно управлять цветами побежалости, то есть контролировать реакцию окисления железа на поверхности материала и получать цветное изображение. Можно обрабатывать очень «хитрые» материалы, получать изображения с высоким разрешением, глубокое 3D изображение и т.д.

А.Я. Ставертий, Московский центр лазерных технологий» при МГТУ им.Баумана. Лазерная наплавка имеет несколько направлений: восстановление геометрии деталей; создание функциональных покрытий со специальными свойствами и самое перспективное – выращивание трехмерных объектов с подложки или отдельных участков детали, когда необходимо восстановить геометрию, создать кромку со специальными свойствами. Уникальность третьего направления в том, что деталь выращивается со специальным химическим составом, который можно изменять от слоя к слою.

А.Н. Грезев, ЗАО «Лазерные комплексы». Преимущество лазерной сварки в том, что при прочности сварного соединения на уровне основного металла остаточных деформаций практически нет. Сваривая тракторные шестерни, получаем коробки передач без признаков биения. Нами также внедрена технология сварки нержавеющих труб, производительность которой по сравнению с аргоно-дуговой выше в 10 раз при скорости 20-30 м/мин. Когда формуется труба, зазоры около 1 мм и более. Заполняя их присадочной проволокой, мы получаем хорошо сформированный шов толщиной от 8 до 30 мм. Отработан процесс сварки в различных пространственных положениях.

А. Рогальский, ОКБ «Булат». Новая система COMBOMAX для лазерной наплавки и сварки – это новый подход, который мы хотели бы предложить при ремонте крупногабаритных деталей. Отсутствие в системе рабочего стола позволяет в свободное пространство устанавливать либо саму деталь, либо комплекс оснастки для работы с деталью сложной геометрии. Система размещена на колесах и легко транспортируется по предприятию. При смене оснастки может использоваться для вырезки объемных конструкций. Легко управляется через многофункциональный джойстик.

Ю.Ж. Исаенко, «Лыткаринский машиностроительный завод». В авиадвигателях серьезной проблемой является усталостная прочность, в частности компрессорных лопаток. Типичный материал – титановый сплав ВТ-6. Для достижения приемлемых усталостных характеристик возможны методы относительно холодной обработки. Метод лазерного наклепа служит хорошим дополнением к методу обработки микрошариками, а в нашем случае и более оптимальным. Мы получили превышение усталостной прочности на 20% по сравнению с образцами, не подвергнутыми обработке.

А.Г. Красюков, ТРИНИТИ. Формируется мировой рынок мобильных лазерных технологических комплексов. Задач море. Наряду с традиционными применениями комплексы используются в случаях, когда объект невозможно переместить к лазеру. Например, сварка магистральных трубопроводов толщиной до 20 мм; очистка загрязненных поверхностей, в т.ч. дезактивация; разделка конструкций и оборудования (металл, бетон, кирпич и т.п.) при утилизации и ликвидации последствий техногенных катастроф, в т.ч. под высоким напряжением и повышенном радиационном фоне и т.д.

М.А. Степанова, завод «Логика». Как зависит качество лазерной резки от чистоты применяемого кислорода? Был проведен сравнительный анализ по критериям: шероховатость кромки, грат на обратной стороне, зоны перегрева, прекращение резки (скорость «отсечки»), полнота окисления по глубине. При резке кислородом ЛАЗАЛ2003 99,95% шероховатость кромки ниже, чем техническим кислородом 99.7%, при этом качество резки более стабильное, скорость выше на 7-12%, диапазон скорости резки с приемлемым качеством выше.

А.Б. Синицын, «ЭСТО-Лазеры и технологии». Мы осуществляем услуги лазерной обработки. Это резка, в т.ч. тугоплавких, цветных металлов, керамики. Можем резать не только из листа, но и, например, на готовых корпусах. Выполняем гравировку, как плоских деталей, так и деталей вращения. Возможны: прошивка микроотверстий, рельефная фрезеровка, сварка, в т.ч. и разнородных материалов, наплавка и др. Зачастую мы и сами создаем законченное изделие.

В.О. Попов. Лазерное упрочнение имеет ряд преимуществ: обработка труднодоступных и тонкостенных деталей; минимальные поводки и деформации; возможность точно устанавливать режимы, глубину упрочнения и прогрева; повышенные значения твердости, износостойкости и антифрикционных свойств упрочненной поверхности с сохранением основных механических свойств материала основы. Дальнейшее развитие технологии обеспечивает расширение номенклатуры деталей, в т.ч. с большой площадью упрочнения (0,1 кв.м); определение новых сфер применения и режимов обработки.

В.М. Журавель. В 2012 году была принята программа поддержки сельского хозяйства, один из разделов которой связан с созданием новой техники и техническим перевооружением предприятий. Анализируя перспективы развития сельхозмашиностроения на период до 2020 года, можно утверждать, что в области лазерных технологий помимо традиционной лазерной резки востребованными будут упрочнение и наплавка деталей в основном и ремонтном производстве, сварки, маркировки и очистки поверхности. Причем ожидаемая потребность в оборудовании на базе волоконных лазеров составит до сотни единиц. Желательно, конечно, чтобы этот рынок был занят преимущественно отечественными установками.

VNITEP
ADVANCED LASER CUTTING TECHNOLOGY

ПРИНЦИПИАЛЬНО НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОГО РАСКРОЯ

Современный темп развития технологий обработки металлов требует от промышленников постоянного повышения эффективности, поиска новых технологий и снижения энергопотребления. Победить в конкурентной борьбе сможет лишь тот, кто ценит инновационные разработки и быстро реагирует на появление новых технологий.

Компания **ВНИТЭП** существует на рынке лазерных технологий уже более десяти лет. История успеха компании началась в 2001 году, когда талантливые молодые ученые –выпускники МФТИ, МГУ, МВТУ – занялись разработкой передового оборудования для лазерного раскроя, которое совместило бы в себе высокую эффективность, надежность, достойные показатели энергосбережения, и при этом стоило бы меньше, чем иностранные аналоги. Коллектив разработчиков провел интенсивную комплексную научно-исследовательскую и опытно-конструкторскую работу.

В результате этой работы уже в первые два года существования компании был изготовлен первый экспериментальный комплекс лазерного раскроя КС-1 «Навигатор» с CO_2 лазером. Однако на этом разработчики не остановились. И в 2005 году в результате всесторонних испытаний и доработок экспериментального образца появился первый промышленный комплекс КС-2 «Навигатор». Его уникальность была в координатном столе на линейных приводах – инновационное изобретение, которое впоследствии было защищено патентом.

Стоит сказать, что на этом потенциал компании внедрять самые перспективные инновации для совершенствования своего оборудования не иссяк. Более того, стремление превзойти своих конкурентов лишь увеличилось.

И чтобы добиться этой цели, компания **ВНИТЭП** применила оптоволоконные лазеры производства ООО «НТО «ИРЭ-Плюс» для комплектации комплексов лазерного раскроя «Навигатор».

В ходе проведенных испытаний было доказано, что волоконный лазер существенно превосходит CO_2 лазер по важнейшим технологическим параметрам. Это положило начало серийному производству комплексов лазерного раскроя КС «Навигатор» с волоконным лазером. Так на рынке лазерных технологий появилось принципиально новое оборудование.

Волоконные лазеры гораздо энергоэффективнее обычных. При равном энергопотреблении их КПД достигает 25%, тогда как лазеры CO_2 превращают в полезную работу лишь 10% от потребляемой мощности. Комплекс лазерного раскроя потребляет менее 8 кВт при использовании лазера ЛС-1 (1 кВт) и менее 13 кВт при использовании лазера ЛС-2 (2 кВт).

В лазерных станках **ВНИТЭП** отсутствует сложная оптическая система, и потому они не требуют регулярной юстировки и дорогостоящего обслуживания.

Поставляемый в комплекте программный пакет позволяет не только производить раскрой общим резом в автоматическом режиме, учитывая ширину реза, но и оптимизировать холостой ход, при необходимости вводить запрет прохода режущей головки над вырезанными местами, вести учет заготовок, получаемых деталей и деловых отходов, а также автоматически устанавливать микроперемычки в контуре резки.

Автоматическая система слежения за профилем поверхности заготовки поддерживает оптимальную фокусировку с точностью 100 мкм, что увеличивает и стабилизирует скорость реза и позволяет получать качественную гладкую поверхность кромки, не требующую последующей обработки.

Оборудование компании **ВНИТЭП** быстро заинтересовало не только российских специалистов, занимающихся раскроем металла, но и зарубежных. И теперь промышленные

МОДЕЛИ ЛАЗЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ

	КС-3В	КС-4В	КС-5В	КС-6В	КС-7В	КС-8В
X, мм	3050	4050	3750	7050	7050	9250
Y, мм	1550	1550	1550	2050	1550	2050
Z, мм	200	200	200	200	200	200
Длина	9800	12000	10000	15500	15500	21500
Ширина	2700	2700	2500	3500	3000	3500
Высота	2400	2400	2400	2800	2800	2800

лазерные раскройные комплексы «Навигатор» можно увидеть как на предприятиях Беларуси, Казахстана, Болгарии, Франции, так и на ежегодных международных специализированных выставках.

СПРАВКА

Конструктивные особенности станка позволяют:

- эффективно использовать рабочее пространство;
- модернизировать станок, получая более высокие динамические характеристики;
- масштабировать станок и индивидуально подходить к требованиям каждого заказчика, изготавливая комплексы с габаритами рабочей зоны раскроя и т.д.

Помимо производства станков компания ВНИТЭП имеет собственный центр листообработки. Лазерные комплексы центра работают круглосуточно, обеспечивая потребности более 50 постоянных заказчиков. Непрерывная работа на собственном оборудовании в широком диапазоне технологических режимов – самый эффективный способ его испытания и постоянного совершенствования.

Производство компании не стоит на месте. Разработчики **ВНИТЭП** планируют выпустить на современный рынок как можно больше новинок. В настоящие время разработаны координатные станки, способные проводить резку листового металла с длиной листов до 12 м и шириной до 2 м. Компания **ВНИТЭП** использует в своем производстве только комплектующие таких мировых производителей, как IGUS, ЧПУ — DELTA TAU, FESTO и CAMOZZI. Ведь эти бренды уже не раз доказали качество своей продукции. Все обязательства выполняются точно в срок. И самое главное – в России нет подобных аналогов.

ЗАО «ВНИТЭП»
(495) 925 35 49, 740 77 59
(49621) 7 06 58
laser@vnitep.ru
www.vnitep.ru

ECOSPEED F 1040: ТРИУМФ КОНЦЕПЦИИ ТРИПОДНЫХ ГОЛОВОК

Не часто мнение международного сообщества экспертов аэрокосмической отрасли промышленности единодушно. За одним исключением: ни одна из существующих технологий не повлияла на процессы обработки деталей для авиа- и ракетостроения так, как концепция головки Sprint Z3 с параллельной кинематикой. Производитель станочного оборудования, фирма **Dörries Scharmann**, входящая в состав **Starrag Group**, оборудовала последнюю модель своей линии ECOSPEED F головкой в зарекомендовавшем себя триподном исполнении.

Аэрокосмическая отрасль знает много примеров успешного сотрудничества заказчиков и производителей станочного оборудования, итогом которого стало воплощение амбиций первых и креативности вторых в уникальных технических решениях. В 1999 году компания DaimlerChrysler Aerospace AG (DASA, современное название: Premium Aerotec GmbH) начала поиск новой производственной технологии, а именно, технологии High Speed Cutting (HSC) – высокопроизводительной обработки резанием – для изготовления структурных компонентов в рамках программы «Еврофайтер Тайфун» (Eurofighter Typhoon). Требуемая новая технология должна была обеспечить высокоточную и динамичную 5-осевую обработку средних и крупных деталей каркасов фюзеляжа, а также позволить сократить расходы минимум на 30%.

Компания PAG быстро пришла к выводу, что традиционное станочное оборудование на базе декартовых систем не способно соответствовать поставленным требованиям, и объединила усилия с **Dörries Scharmann** для разработки новой концепции обработки HSC на базе горизонтальной триподной головки с параллельной кинематикой.

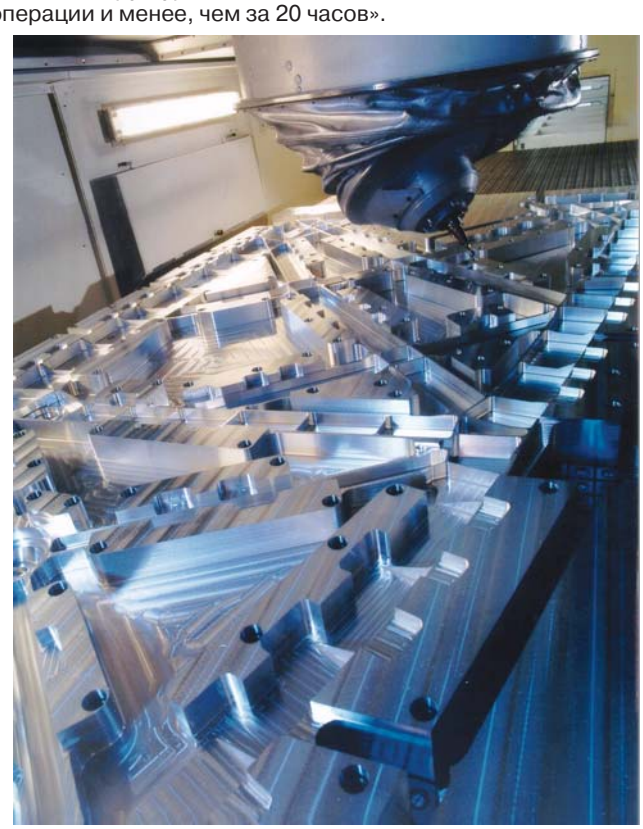
В 2000 г. на PAG были поставлены 4 обрабатывающих центра, на которых в 3-х сменном режиме до сих пор обрабатываются детали: показатель в 70.000+ производственных часов НА КАЖДОМ СТАНКЕ – лучшее подтверждение ставшей легендарной долговечности и надежности данной технологии.

Г-н Альфред Лилла, глава отдела сбыта по линии продукции ECOSPEED компании Dörries Scharmann Technologie GmbH (DST)

Одним из разработчиков этой инновационной производственной технологии был инженер с большим опытом работы в аэрокосмической отрасли, г-н Альфред Лилла, руководивший на тот момент отделом УП-программирования на заводе PAG в г. Аугсбург, Германия. Комбинация из концепции параллельной кинематики и технологии высокопроизводительной обработки резанием превысила все самые смелые ожидания: расходы по обработке были сокращены на 30-50% по сравнению с существующими традиционными методами обработки. Г-н Лилла: «Данное оборудование дало нам возможность экономичной обработки даже при штучном производстве».

Этот прорыв в параллельной кинематике произвел своего рода революцию в авиа- и ракетостроении, в частности, в области обработки деталей из алюминия. За дебютом в военном машиностроении последовало успешное применение данной технологии в области гражданского авиастроения с применением станков линии ECOSPEED. В 2003 году была представлена первая производственная система для обработки деталей длиной в 7 метров для структурных компонентов самолета Airbus A380.

Д-р Норберт Хеннес, исполнительный директор **Dörries Scharmann**: «По всему миру заказчики применяют данную технологию при фрезеровании комплексных интегральных структурных компонентов из единой заготовки. Еще несколько лет назад обработка такого плана была связана с трудоемкой сборкой множества деталей из листового металла и использованием тысяч зажимных устройств. Теперь же алюминиевая заготовка весом в 4 тонны превращается в сложный структурный компонент весом в 120 кг – всего за 3 операции и менее, чем за 20 часов».



В настоящее время более 70 тяжелых обрабатывающих центров линии ECOSPEED, оснащенных триподной головкой Sprint Z3, были поставлены авиастроителям по всему миру.

В качестве одного из самых ярких примеров успешного применения данного оборудования эксперт в аэрокосмической промышленности приводит гибкую производственную систему ECOSPEED (Flexible Manufacturing System (FMS)), состоящую из 9 единиц станочного оборудования и 60 паллет, установленную недавно для обеспечения полностью автоматизированного производства нервюр. Другой пример – три станка с перемещением по оси X в 22 метра, для обработки панелей крыла с помощью горизонтального 5-осевого шпинделя. По мнению **Dörries Scharmann**, «в ближайшем будущем на данных станках можно будет производить панели крыла с аэродинамическими геометрическими показателями и интегральные стрингеры». Эксперт подчеркивает, что выбор базовой концепции станка был верным с самого начала, и что у DST «не было причин менять выбранную концепцию».

Данное утверждение поражает, учитывая сверхбыстрые темпы развития в области обработки структурных компонентов за последние несколько лет. «Доля обработки компонентов для гражданского авиастроения уже превысила

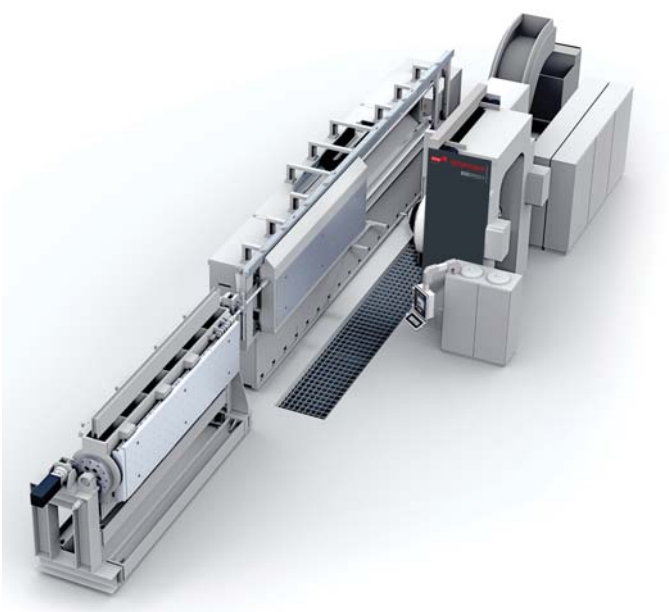
97% – уровень, долго считавшийся экономически оправданным только в отношении военных авиапроектов», – говорит г-н Лилла, занимающий теперь должность руководителя по линии продукции Ecospeed. «Также значительно возросли требования к показателям допуска детали и качества поверхности». Все данные изменения связаны с возрастающими расходами, затронувшими всех производителей в аэрокосмической отрасли.

Компания **Dörries Scharmann** отвечает этим требованиям за счет стратегии производства оборудования, не отклоняясь от успешной базовой концепции, основанной на триподной головке. Линия ECOSPEED была расширена за счет оборудования различных конфигураций, с использованием стандартизированных компонентов и модулей для предоставления индивидуальных решений, отвечающих специфическим требованиям заказчиков. Одной из таких вариаций стала модель ECOSPEED F, где F значит «fixed column» – неподвижная стойка: в то время, как оборудование модели ECOSPEED оснащено подвижной стойкой, на станках модели F паллета перемещается вдоль оси X, выполненной в виде вертикальной группы стола. Данная концепция обеспечивает привод подвижных масс вдоль оси X в виде стола в очень компактном исполнении. Г-н Лилла: «Такое исполнение обеспечивает превосходные динамические показатели и сверхвысокие показатели ускорения, что, в свою очередь, позволяет еще больше сократить время обработки деталей».

Новейшая разработка – система автоматической смены паллет – обеспечивает возможность беспрерывной обработки резанием и эргономичность загрузки и разгрузки на станке. Данная система расположена в качестве дополнения к оси X сбоку от станка и оснащена вращающейся станцией с парными паллетами. Загрузка паллеты производится горизонтально, затем вращательным движением паллета приводится в вертикальное положение, до её перевода прямо на стол станка. Дополнительно станок ECOSPEED F оборудован новым шпиндельным узлом со значительно большей производительностью, чем предыдущие модели: данный шпиндель в режиме работы 100% (S1) дает впечатляющие результаты – 120 кВт, с крутящим моментом в 83 Нм (показатели предыдущей модели: 80 кВт и 46 Нм). Максимальное число оборотов обеих моделей шпинделя составляет 30.000 об/мин). Станки ECOSPEED F могут применяться как в качестве отдельной единицы оборудования с парным сменщиком паллет, так и как станок с возможностью внедрения в производственную систему с соответствующими системными компонентами управления паллетами.

Изначально сконструированная для обработки «малых» структурных компонентов длиной до 6.300 мм концепция модели F зарекомендовала себя на рынке авиа- и ракетостроения, а спрос на данную модель значительно возрос. Тренд на все большие детали, изготовленные из цельной заготовки, привел к разработке 5 новых моделей станочного оборудования. DST поставляет станки, оборудованные паллетами различных размерностей (1.000 x 4.000 мм, далее от 2.000 x 3.500 мм до 2.500 x 8.000 мм) грузоподъемностью от 2.000 до 6.000 кг. Новейшая серия ECOSPEED F 10XX (ширина паллеты: 1.000 мм) была разработана для обработки длинных узких деталей. Г-н Лилла: «Широко известные преимущества оборудования линии ECOSPEED, такие, как высокая динамичность, мощность, устойчивость и эффективное энергопотребление были вновь усовершенствованы».

Первым предприятием, оценившим открывающиеся возможности, стал партнер фирмы **Dörries Scharmann** в Азии, фирма Yulkok Ltd., расположенная в г. Чангвон-си, в Южной Корее. Основанная в 1990 году компания специализируется на обработке комплексных алюминиевых структурных компонентов для авиапромышленности. Знакомство предприятия Yulkok с оборудованием ECOSPEED состоялось в 2009 году с приобретением обрабатывающего центра ECOSPEED F HT. С этого момента спрос на продукцию этой фирмы развивался по одной кривой – а именно ВВЕРХ! Для обеспечения выполнения в разы возросшего объема поступления заказов данная южнокорейская компания заказала 2 станка



ECOSPEED F 1040 с горизонтальным шпинделем и вертикальным расположением паллеты. Данные станки обладают перемещением по оси X в 4.400 мм и 1.600 мм по оси Y. Парные паллеты с поверхностью 1.000 мм – 4.000 мм обладают грузоподъемностью до 2.000 кг. Эти станки ECOSPEED F также оборудованы мощным шпинделем в 120 кВт.

Данная инвестиция южнокорейской компании стала лишь одной из многих в списке заказчиков из аэрокосмической отрасли, сотрудничающих с DST многие годы, которые на своем опыте убедились в преимуществах триподной технологии под знаком «Made in Germany». В данный список входит большинство ведущих производителей в области авиа- и ракетостроения. Лилла: «Для таких компаний, как Boeing, оборудование ECOSPEED установило новые стандарты в оценке производительности оборудования субпоставщиков».

дипл. инж., г-н Николаус Фехьт
журналист со специализацией «Машиностроение»
Гельзенкирхен (Германия)
www.starrag.com

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ МИКРООБРАБОТКА ИЗДЕЛИЙ

Pulse electrochemical processing became the powerful instrument of development of microprocessing technology. The method allows to increase the accuracy of the size and accuracy of a form of macro & micro dimensional geometric bodies, to receive surface roughness up to Ra = 10 … 20 nanometers.

Технологии микрообработки, обеспечивающие удаление с заготовки припуска или наращивание функциональных покрытий величиной $10^{-7}...10^{-5}$ м, находят все большее применение. Это происходит как в связи с общей тенденцией миниатюризации техники, так и вследствие усложнения геометрии функциональных поверхностей наукоемких изделий [1]. Такие технологии можно классифицировать по нескольким основным признакам:

1. По количеству размеров изготавливаемого конструктивного элемента изделия, выполняемых в указанном выше диапазоне значений, различают одно-, двух- и трехмерную микрообработку. Характерными объектами одномерной микрообработки являются, например, аэродинамические занижения на деталях авиационной техники глубиной 10…30 мкм, гальванические или иные покрытия. К объектам двухмерной микрообработки относят глубокие отверстия с характерным размером сечения 10…200 мкм, элементы маркировочных рисок и пазов глубиной 2…10 мкм и шириной 10…100 мкм. Трехмерными являются конструктивные элементы изделий микромашиностроения, элементы микроэлектроники.

2. По применяемому методу воздействия на материал выделяют технологии микрорезания, лазерную, электроэрозионную, электрохимическую, химическую микрообработку. Для решения специальных технологических задач используют пучковые технологии (электронно-лучевая обработка, ионное травление), микроплазменную, биохимическую обработку.

3. Параллельно развивают технологии аддитивной (наращивание), субтрактивной (удаление материала) и комбинированной микрообработки.

Несмотря на большое количество опубликованных работ в области микрообработки, выбор подходящей технологии для решения конкретных производственных задач затруднен, главным образом, из-за отсутствия систематизированной справочно-информационной базы. Это заставляет технологов на стадии подготовки производства проводить научно-исследовательские работы с целью выявления наиболее эффективного метода обработки и технологии на его основе.

Следует отметить интенсивное развитие технологий микрообработки с использованием электрохимического механизма разрушения материала [2–7]. Такие технологии обеспечивают изготовление миниатюрных деталей или элементов деталей с размерами порядка 1–10 мкм, а в некоторых случаях и меньше. Для этого необходимо обеспечить линейный идентифицируемый съем материала порядка 0,1–1 мкм и высотный параметр шероховатости того же порядка величины.

Научный и практический интерес к процессу и технологиям электрохимической микрообработки подтверждается большим количеством публикаций по этой тематике на Международных симпозиумах по электрообработке (ISEM-11 – ISEM-14).

Анализ имеющихся литературных источников по электрохимической микрообработке позволяет сформулировать необходимые и достаточные условия для реализации таких технологий.

1.Для удаления малых припусков необходимо обеспечить условие

$$v_{ср}\Delta t \le \delta \quad (1)$$

или при $v_{уд}$ = const

$$i_{ср}\Delta t = \Delta q \le q^*, \quad (2)$$

где $v_{ср}$ – средняя линейная скорость растворения по нормали к поверхности, t – время обработки, Δq – удельное количество пропущенного электричества, q^* – удельное количество электричества, соответствующее линейному съему, равному величине допуска на размер.

Эти условия ограничивают минимальный идентифицируемый линейный съем материала анода и определяют достигаемую точность размера. В качестве пояснения приведем аналогию с точением на токарном станке наружной цилиндрической поверхности. В этом случае достигаемая точность обработки определяется минимальной толщиной снимаемой стружки.

Поскольку минимальный идентифицируемый съем материала обычно соответствует единичному импульсу, условие (2) ограничивает удельное количество электричества, пропущенное в течение импульса. При прямоугольной форме импульса тока это условие связывает его амплитудное значение с длительностью импульса гиперболической зависимостью;

2. Для получения малого параметра шероховатости необходимо выполнить условия:

$$i_{кр} \ge i \ge i^*, \quad (3)$$

$$q \ge q^*, \quad (4)$$

где i^*– плотность тока, обеспечивающая в данных условиях шероховатость не ниже заданной величины, $i_{кр}$ – критическая плотность тока, обусловленная паро- и газовыделением. q^* – количество электричества, необходимое для выравнивания исходной шероховатости Ra_0 до требуемой величины $Ra_к$.

Условие (3) отражает наличие специфической шероховатости $Ra_{сп}$ в процессе формирования микрогеометрии при ЭХО, а условие (4) характеризует процесс выравнивания исходной шероховатости до заданного значения при плотности тока i [8];

3. Условие высокой локализации процесса растворения, обеспечивающее точность формы обработанной поверхности (точность копирования), представляют в виде

$$\left|\frac{dv}{da}\right|_{v\,max} \to \infty; \quad (5)$$

$$\text{при } a > a_1 \quad v = 0. \quad (6)$$

Условие (5) регламентирует крутопадающую зависимость скорости растворения от зазора в области рабочих зазоров, а условие (6) ограничивает область возможных рабочих зазоров сверху, обеспечивая высокую локализацию процесса анодного растворения;

4. $$I \le I^*_т, \quad (7)$$

где I – сила тока, протекающего через электрод-инструмент, $I^*_т$ – критическая сила тока, допустимая по условию теплового разрушения электрода. Для прошивки малых отверстий, как показано ниже, используют инструменты диаметром до 20 мкм и длиной 600…800 мкм. Поэтому силу тока, протекающего через такой инструмент, необходимо ограничивать.

Анализ показал, что выполнение сформулированных выше условий возможно только на сверхмалых зазорах (10…100 мкм) с применением импульсного тока. Для практического осуществления такой обработки и обеспечения эффективной эвакуации продуктов электролиза при микрообработке на электрод-инструмент (ЭИ), как правило, накладывают механические колебания определенной амплитуды и частоты [8].

Принято разделять процессы микрообработки на две группы:

• прецизионная импульсная микрообработка (μPECMM) импульсами нано- и пикосекундного диапазона с очень малой площадью обрабатываемой поверхности на зазорах порядка 1…10 мкм. Предполагается, что значительную роль в растворении металла играет ток разряда емкости двойного слоя;

• импульсная электрохимическая микрообработка (PECMM) обеспечивает получение трехмерных геометрических объектов высокой точности при использовании импульсов тока микросекундного диапазона.

Предложена модель электрохимической обработки короткими импульсами тока, согласно которой за счет выбора достаточно малой длительности импульса можно обеспечить повышенную локализацию процесса анодного растворения в результате замедленного нарастания поляризации электрода в области больших зазоров.

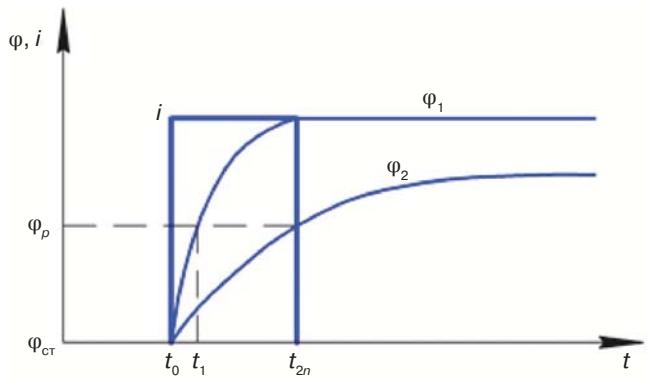


Рис. 1. Схема поляризации анода импульсом тока прямоугольной формы.

Согласно этой модели (**рис. 1**) анодный потенциал возрастает во времени при наложении тока, причем, чем больше локальный межэлектродный зазор, тем меньше скорость нарастания потенциала. Это означает, что при достаточно коротком импульсе тока анодный потенциал φ_2, соответствующий большему зазору a_1, не превысит потенциала растворения материала анода, и растворение на данном участке не произойдет. В области малых зазоров ($a < a_1$) потенциал $\varphi_1 > \varphi_p$, и растворение анода будет иметь место. Таким образом, выполняется условие (6), и обеспечивается высокая локализация процесса растворения (растворяется материал анода только в области малых зазоров). Это предопределяет высокую точность копирования формы катода-инструмента.

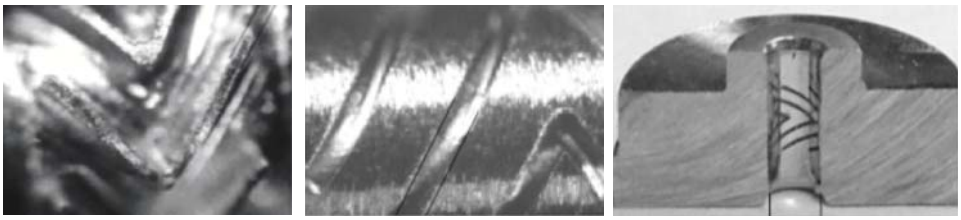
Разработана математическая модель процесса растворения короткими импульсами тока (микронный диапазон), предложено программное обеспечение для моделирования процессов на аноде и катоде. Расчетным путем показана и экспериментально подтверждена адекватность описанной выше модели анодного растворения импульсным током на малых зазорах. Зазор a_1, выше которого прекращается растворение анодной поверхности, называют ограничивающим зазором.

Экспериментальная апробация теоретических результатов проводилась по схеме электрохимического фрезерования цилиндрическим электродом-инструментом диаметром 100 мкм. В 10%-ом растворе $NaNO_3$ обрабатывались пазы длиной 1,5 мм, впадины и микроотверстия в нержавеющей стали при напряжении 4...8 В, частоте следования импульсов 1...5 МГц, начальном межэлектродном зазоре 20 мкм, скорости подачи электрода-инструмента 0,008...0,013 мм/с.

Экспериментальные данные и последующий статистический анализ показали, что скорость подачи, напряжение импульса и его длительность оказывают существенное влияние на показатели качества обработки. Остальные параметры заметного влияния не оказывают. Получено хорошее соответствие результатов теоретического моделирования и экспериментальных данных.

Наряду с теоретическим описанием процесса импульсной микрообработки, разработаны конкретные технологии, выявлены оптимальные параметры режима обработки и выполнена оценка точности формообразования.

Так, в работе [2] описаны результаты экспериментов по изготовлению микроканавок шириной 200 мкм и глубиной 10 мкм на внутренней поверхности отверстия диаметром 1,5 мм. Материал изделия – коррозионно-стойкая сталь. Канавки елочного типа наносили после ввода специального инструмента в предварительно подготовленное отверстие (**рис. 2**). Цилиндрической частью инструмента осуществля-



а) б) в)

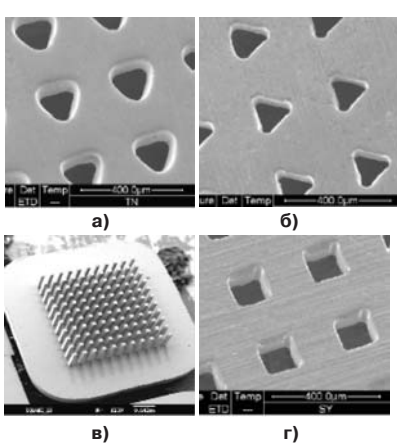
Рис. 2. Электрод-инструмент (а), канавки (б), шевронные занижения на цилиндрической поверхности отверстия (в).

ли отделочную обработку отверстия до требуемой шероховатости, а профилированной частью изготовляли елочные канавки. Обработку производили в нестационарном режиме формообразования импульсным током при следующих параметрах режима электролиза:

амплитуда напряжения, В 8
длительность импульса, мкс 50
частота следования импульсов, кГц 5
электролит . . . . . 5% $NaNO_3$
начальный минимальный
межэлектродный зазор, мкм 50
машинное время обработки, с . . . . . 3.

В [3] исследован процесс локализации электрохимического растворения металла в растворах нитрата натрия различной концентрации с применением микросекундных импульсов ($\tau_и$ = 1 мкс).

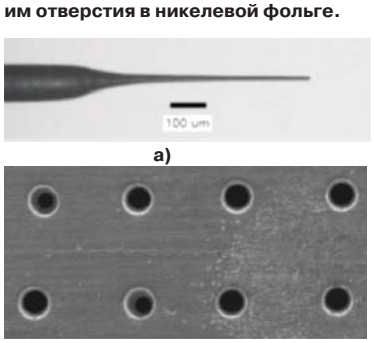
Показано, что обработка микросекундными импульсами методом прямого копирования имеет определенные преимущества по отношению к обработке импульсами наносекундного диапазона ($\tau_и \leq 100$ нс) при обработке элементов конструкции площадью более 1 мм^2. Сделан вывод, что повышенная локализация съема материала в этих условиях связана с локальным разогревом электролита под рабочим торцом инструмента, что подтверждает данные работы [87].



а) б) в) г)

Рис. 3. Отверстия треугольного сечения, полученные неизолированным (а) и изолированным (б) инструментами, инструмент (г) и полученные им отверстия в никелевой фольге.

В [4] использованы микроэлектроды с изоляцией толщиной 5...8 мкм, нанесенной на боковую стенку. Процесс проводили с вибрацией электрода, фаза которой синхронизирована с подачей электрического импульса. Длительность импульсов напряжения 20 мкс, скважность 2, напряжение на электродах 6,4 В. В качестве электролита использовали водный раствор хлората натрия. Показано, что размеры и конусность отверстия, прошитого инструментом с изоляцией боковой стенки значительно меньше, чем в случае применения неизолированного инструмента. На **рис. 3а**, **3б** показаны отверстия треугольного сечения, прошитые с применением указанных инструментов, а на **рис. 3в**, **3г** – инструмент для одновременной прошивки 121 отверстия квадратного сечения в никелевой фольге толщиной 100 мкм и прошитые отверстия.



а) б)

Рис. 4. Микроэлектрод Ø11 мкм (а) и отверстия Ø 60 мкм (б).

Важной проблемой в технологии микрообработки является изготовление микроэлектродов.

В работе [5] предложена технология изготовления такого инструмента путем электрохимического растворения исходной заготовки. На **рис. 4а** показан инструмент диаметром 11 мкм и длиной 600 мкм из никеля, полученный анодным растворением электрода в предварительно изготовленной матрице. Таким электродом прошили отверстия диаметром 60 мкм и длиной 100 мкм в никелевой фольге (**рис. 4б**).

В работе [6] проведена биполярная обработка на зазоре 100 мкм с наложением микро и наносекундных импульсов. Показана возможность достижения точности 300...500 нм с шероховатостью поверхности *Ra* 20 нм.

Предложен комбинированный способ ультразвуковой импульсной микрообработки. Согласно этому способу ЭИ колеблется с частотой 20 кГц, и при сближении его с заготовкой подается короткий импульс тока.

При величине МЭЗ около 10 мкм влияние добавок и скорости вращения электрода исследовалось экспериментально при получении отверстий диаметром 30 мкм. Выполняли ЭХФ на станке с ЧПУ вращающимся цилиндрическим электродом с целью получения объемных микроструктур [7]. Примеры различных объемных структур, полученных электрохимической микрофрезерованием показаны на **рис. 5**.

Рис. 5. Детали и элементы деталей, полученные электрохимической микрообработкой.

С помощью вольфрамового инструмента получены трехмерные структуры на никелевом образце с размерами порядка 10...100 нм и глубиной 400 нм (**рис. 6**). Это удалось достичь путем применения ультракоротких импульсов тока длительностью около 2 нс [8].

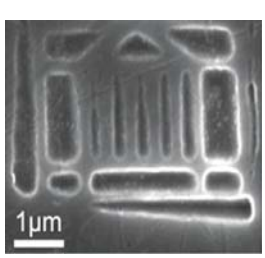


Рис. 6. Микро и наноразмерные объемные элементы.

Показана возможность изготовления микрорельефа поверхности путем электрохимического травления канавок шириной 30 мкм. Разработана технология импульсной ЭХРО для изготовления режущего клина с радиусом закругления кромки, равным 600 нм. Электроды-инструменты для технологий электрохимической обработки микрообъектов изготовляют с применением ионно-лучевых технологий и электрохимическим травлением.

Представленные выше технологические результаты получены на опытно-экспериментальном оборудовании. На **рис. 7** показана установка для микрообработки, включаю-

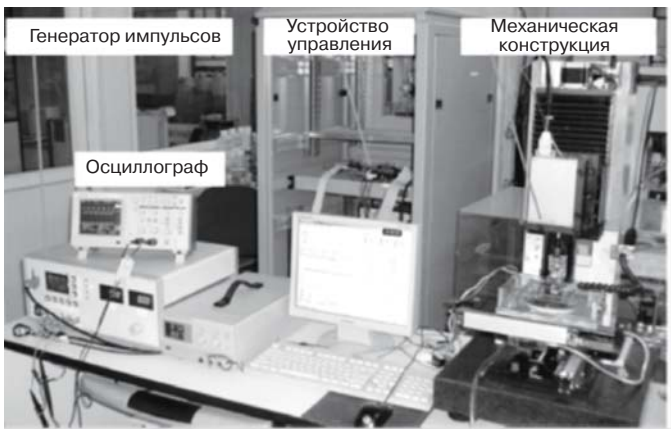


Рис. 7. Опытно-экспериментальная установка для электрохимической микрообработки.

щая в себя генератор импульсов, устройство управления, механическую конструкцию со столиком для установки заготовки и сервоприводами, рабочую головку с элеткродом-инструментом.

Имеющаяся элементная база позволяет создать и серийно выпускать такое оборудование с КЧПУ в обозримом будущем.

Таким образом, импульсная электрохимическая обработка, зародившаяся в конце 60-х годов прошлого века, стала мощным инструментом развития этого метода формообразования [9]. Импульсная обработка позволяет значительно повысить точность размера и точность формы макро- и микроразмерных геометрических тел, получить шероховатость поверхности до *R*a = 10 нм.

Дальнейшее развитие этого перспективного направления ЭХРО позволит выявить, исследовать и практически применить новые физико-химические эффекты.

Б.П. Саушкин

Литература:

1. *Наукоемкие технологии машиностроительного производства: Физико-химические методы и технологии / Под ред. Б.П.Саушкина.– М.: Изд-во «Форум». 2013.– 930 с.*
2. *Wu W., Chang CH., Liu Sh. Experimental Study of Hydrodynamic Bearing Groove Machining Using Fixed Position Cathode Pulse / Proceeding of the International Symposium of Electro Machining (ISEM-).– Shanhau, 2010.– P. 293–297.*
3. *Skoczypiec S., Ruszaj A., Lipiec P. Research on ECD Localization in Case of Micro Machining with Ultra Short Pulses / Proceeding of the 16th International Symposium on Electromachining. Shanghai, China. 2010. – P. 319–322.*
4. *Yong Li, Xiaoyu Ma, Gaihong Liu fnd others. Research of Micro ECM Using Micro Array Electrode/ Proceeding of the International Symposium of Electro Machining (ISEM-13).– Shanhau, 2010.– P. 319–322.*
5. *Ma X., Li Y. Research of Micro Electrode Fabrication Based on ECM / Proceeding of the 16th International Symposium on Electromachining. Shanghai, China. 2010. – P. 331–334.*
6. *Zaitsev A.N., Idrisov T.R. Aspects of Improving of ECM Accuracy/ Proceeding of the International Symposium of Electro Machining (ISEM-).– Shanhau, 2010 P. 341–345.*
7. *Li Xiaohai, Zhao Lijie, Wang Xinrong. Micro ECM and its Influencing Factors / Proceeding of the 16th International Symposium on Electromachining. Shanghai, China. 2010. – P. 385–388.*
8. *Kozak J., Gulbinowicz Z., Rozenek. Selected Problems of Pulse ECM / Proceeding of the 16th International Symposium on Electromachining. Shanghai, China. 2010. – P. 299–305.*
9. *Электрохимическая обработка изделий авиационно-космической техники/ Под ред. Б.П.Саушкина. – М.: Изд-во «Форум». 2013.– 430 с.*

Новый уровень зажимов для обработки металла

Награды: 19-ая премия инновации малого и среднего бизнеса Тайвань / 21-ая премия достижений Тайвань

Электромагнитные пластины соединённого типа

台灣精品
TAIWAN EXCELLENCE
2013

NEW

EEPM-C серия

Свободная настройка положения, количества и расстояния от зажима, согласно размеру заготовки.

Электромагнитный блок зажима

Превосходная магнитная сила и точность одновременно

Электромагнитный зажим

1. Магнитная сила 1250 kgf/100cm^2 (4 поля)
2. С помощью данного зажима возможна обработка детали с 5 сторон за один цикл. Финишная обработка в один цикл существенно увеличивает качество и точность обработки, повышает эффективность.

EEPM серия

Электромагнитный блок зажима

Свободная настройка положения, количества и расстояния от зажима, согласно размеру заготовки.

GOOD DESIGN PRODUCT

台灣精品
TAIWAN EXCELLENCE
2008

ECB серия

EARTH-CHAIN

www.earth-chain.com.tw

ECE EARTH-CHAIN
Power that works.

EARTH-CHAIN ENTERPRISE CO., LTD.
No. 551, Sec. 1, Gangbu Rd., Wu-Chi Dist., Taichung City, Taiwan
Tel:+886-4-26303737 Fax:+886-4-26303636 E-mail:ece.richard@msa.hinet.net

Система HyPerformance® Plasma HPRXD®: разработана так, чтобы обеспечить Ваш успех

Семейство продуктов HyPerformance Plasma HPRXD компании Hypertherm пополнилось технологией резки HDi™, которая позволяет обеспечить качество резки тонкой нержавеющей стали на уровне HyDefinition®. Постоянные инновации от бренда, который ценится за превосходные эксплуатационные характеристики, производительность и качество резки, дают Вам возможность взяться за самые сложные задания и сделать больше для своих клиентов.

Узнайте больше на веб-сайте
hypertherm.com/hprxd или позвоните по телефону 0031 165 596908 сегодня!

Технологии HPRXD соответствуют всем потребностям резки

- Технология HDi обеспечивает качество резки тонкой нержавеющей стали на уровне HyDefinition.
- True Hole®, True Bevel™ и настройки функции резки мелких деталей обеспечивают блестящие результаты резки низкоуглеродистой стали.
- Технология PowerPierce® позволяет выполнить прожиг и резку материалов низкоуглеродистой и нержавеющей стали большой толщины.

ПЛАЗМА | ЛАЗЕРНАЯ РЕЗКА | ВОДОСТРУЙНАЯ РЕЗКА | AUTOMATION | ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ | РАСХОДНЫЕ ДЕТАЛИ

Hypertherm
Cut with confidence

Научно-Промышленная Корпорация
ДЕЛЬТА-ТЕСТ

АРТА®
ЭЛЕКТРОИСКРОВЫЕ СТАНКИ И ТЕХНОЛОГИИ

РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ

ШИРОКИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ:
изготовление штампов и пресс-форм, инструмента ● резка нестандартных материалов (графиты, магниты, PCD) ● микрообработка (проволокой - электродом от 10 мкм): нанодетали, СВЧ-техника

ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ СЕРВИСА:
пусконаладка, обучение, гарантийное и сервисное обслуживание ● разработка специальных технологий обработки ● относительно невысокая стоимость расходных материалов и изнашиваемых частей (в сравнении с импортным оборудованием)

КАЧЕСТВО И НАДЕЖНОСТЬ МИРОВОГО УРОВНЯ:
жесткая конструкция ● прецизионные безлюфтовые ШВП, линейные направляющие (Япония) ● система ЧПУ в промышленном исполнении ● генератор технологического тока на базе мощных транзисторов с микропроцессорным управлением и отслеживанием единичных импульсов

НОВИНКИ 2013:
новый прецизионный механизм поворотного стола (6-я координата) ● специальный прошивочный станок **АРТА А30 МИКРО** для координатной обработки отверстий малых диаметров (100 мкм и менее) ● оптическая визуальная система выверки и базирования микроэлектродов-инструментов

141190, Московская область, г.Фрязино, Заводской проезд, 4. тел./факс: **(495) 995-09-68, (49656) 471-44, 494-55** **www.edm.ru**

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ СПОСОБ ВЫПОЛНЕНИЯ ОТВЕРСТИЙ В ТВЕРДЫХ И ХРУПКИХ МАТЕРИАЛАХ

In the article the possibility and efficiency of the use of ultrasonic method are shown for treatment of graphite products. The technology of implementation of the blind and through holes of various form of high quality are chosen and well-proven on a standard equipment.

Графит представляет собой алоторопную форму углерода с определенной кристаллической структурой, имеющей своеобразное строение. Материал обладает уникальными свойствами: высоким значением электропроводности и теплопроводности, диамагнитности, нерастворимости, упругости, уникальным оптическим и скользящим свойствами.

Широкому распространению изделий из графита в современных производствах препятствуют проблемы обработки (**рис. 1**). Выполнение пазов и отверстий, необходимых для крепления и использования изделий, является сложной технической задачей из-за чрезмерной хрупкости материала.

Рис. 1. Пример изделия из графита.

В настоящее время наибольшее распространение для обработки графита получил способ сверления алмазосодержащим вращающимся инструментом. К сожалению, он позволяет выполнять только круглые сквозные отверстия, характеризуется низкой производительностью и высокой энергоемкостью процесса.

Среди других способов обработки хрупких материалов известна ультразвуковая размерная обработка [1]. Использование ультразвуковых колебаний высокой интенсивности обеспечивает выполнение сквозных и глухих отверстий любой формы, выполнение пазов в таких хрупких материалах, как керамика, стекло, самоцветы, ферриты и т.п. Ультразвуковой способ представляет собой разновидность долбления – хрупкий материал выкалывается из изделия ударами зерен более твердого абразива, которые направляются торцом рабочего инструмента, колеблющегося с ультразвуковой частотой. Его преимущества заключаются в возможности обрабатывать непроводящие и непрозрачные материалы, а также в отсутствии после обработки остаточных напряжений, приводящих к образованию поверхностных трещин.

Проверка функциональных возможностей ультразвуковой обработки графита была осуществлена при помощи ультразвукового аппарата серии «Сапфир», модели СУЗ-0,4/22-О, производства ООО «ЦУТ АлтГТУ» [2], способного выполнять отверстия диаметром от 1,5 до 50 мм со скоростью (по стеклу) до 5 мм/мин.

С применением указанного оборудования выполнялись сквозные отверстия диаметрами 5, 10 и 12 мм (**рис. 2**). Паз на торцевой поверхности выполнялся инструментом диаметром 12 мм.

Рис. 2. Внешний вид ультразвукового аппарата.

Во всех экспериментах использовалась абразивная суспензия, состоящая из воды и карбида кремния в соотношении 10/1, непрерывно подаваемая в зону сверления кистью.

Результаты размерной обработки графитового изделия представлены на **рис. 3**.

При проведении исследований и отработке технологии выполнения отверстий в изделии из графита, максимальная амплитуда колебаний ультразвукового воздействия увеличи-

Рис. 3. Изделие после размерной обработки.

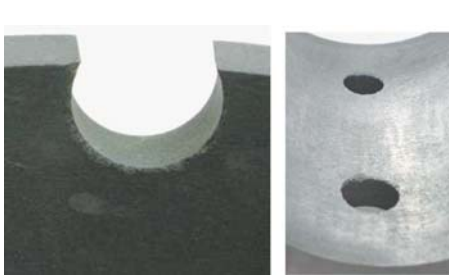


Рис. 4. Отверстия в графитовом образце с небольшими сколами.

валась от 10 до 60 мкм. При этом получились отверстия высокого качества со стороны поверхности сверления. Однако, по мере увеличения амплитуды и скорости сверления на выходе инструмента из материала на графитовом образце образовались небольшие сколы (**рис. 4**).

Для обеспечения отверстий высокого качества в изделиях из графита экспериментально подобрана амплитуда колебаний рабочего инструмента, которая составила порядка 35 мкм. Образцы, полученные при выполнении отверстий с указанной амплитудой колебаний, показаны на **рис. 5**.

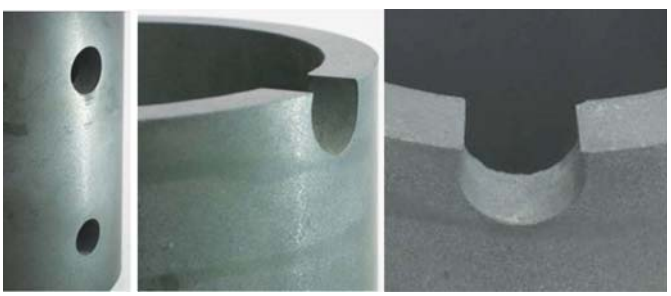


Рис. 5. Отверстия в графитовом образце высокого качества.

Как следует из фото, отверстия полученные путем ультразвукового сверления, практически не имеют сколов, которые обычно образуются при выходе инструмента при использовании других способов обработки.

В результате сверления отверстий в изделии из графита рабочим инструментом с оптимальной амплитудой колебаний (35 мкм), в зависимости от диаметра рабочего инструмента, средняя скорость образования отверстия составила не менее 1 мм/мин.

Для подтверждения возможностей ультразвукового способа обработки графита проведено выполнение пазов сложной формы.

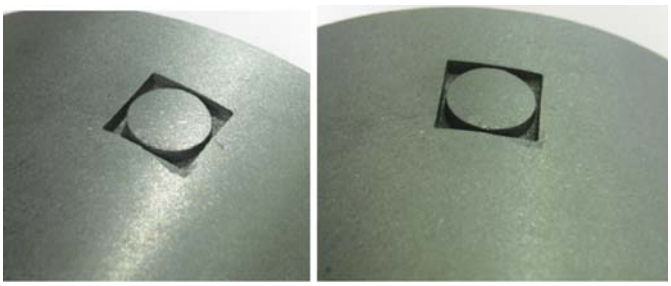


Рис. 6. Глухое отверстие прямоугольной формы в изделии из графита.

В качестве примера на **рис. 6** показан результат выполнения обработки без вращения с получением паза сложной формы.

Таким образом, в результате выполнения работы была показана возможность и эффективность использования ультразвукового способа для обработки изделий из графита, выбрана и отработана технология выполнения глухих и сквозных отверстий различной формы высокого качества с помощью стандартного ультразвукового оборудования, определена оптимальная амплитуда ультразвукового воздействия. Технология и оборудование могут быть рекомендованы для практического промышленного применения.

В.Н. Хмелев, С.В. Левин,
С.С. Хмелев, С.Н. Цыганок
ООО "Центр ультразвуковых технологий АлтГТУ"

Литература

1. Хмелев В.Н., Барсуков Р.В., Цыганок С.Н. Ультразвуковая размерная обработка материалов: Монография/ Алт. гос. техн. ун-т. им. И.И. Ползунова. – Барнаул: изд. АлтГТУ, 1999. – 120 с.

2. http://u-sonic.ru/devices/sapphire2

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
СтанкоГомель
Республика Беларусь, 246050, г. Гомель, ул. Интернациональная, 10
Тел.: + 375(0)232- 748712, 742601, 749551, 749414, тел./факс: 748908

Мы производим современные, надежные металлорежущие станки:

- консольно-фрезерные по лицензии Heckert
- обрабатывающие центры с ЧПУ
- долбежные станки
- правильно-отрезные автоматы, специальные станки

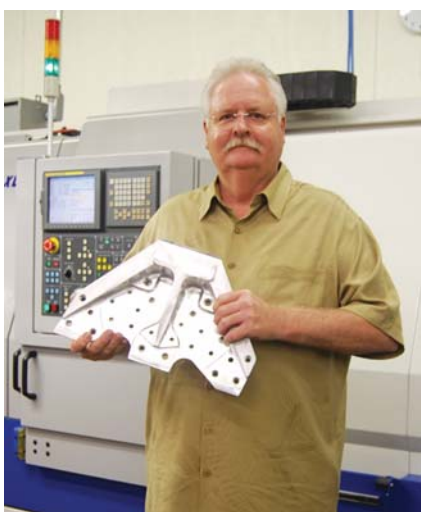
Приглашаем посетить наши стенды на выставках
- **«Российский промышленник-2013» г. С.Петербург 2-4 октября 2013 г.**
- **«Машиностроение/Mashex-2013» г. Москва с 29 октября по 1 ноября 2013 г.**

www.stankogomel.by

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ CAM-СИСТЕМЫ *FeatureCAM* В ФИРМЕ *Padgett Machine*

Расположенная в городе Талса (штат Оклахома, США) фирма Padgett Machine сертифицирована по стандарту качества авиастроительной отрасли AS9100. Благодаря применению CAM-системы FeatureCAM (разработка британской компании Delcam) Padgett Machine смогла всего за четыре месяца успешно освоить и сделать прибыльной обработку на пятиосевых станках Haas. Ранее фирма уже использовала FeatureCAM для разработки управляющих программ для своего парка трехосевых станков с ЧПУ.

«Освоение пятиосевой обработки позволило нам увеличить доходы приблизительно на 35%», – заявил президент фирмы Эд Паджетт (Ed Padgett). «Уже через четыре месяца пятиосевая обработка, являющаяся новым для нас направлением работы, начала приносить нам прибыль. Это было бы невозможно без применения CAM-системы FeatureCAM».



Предприятия наподобие Padgett Machine являются фундаментом авиаремонтной промышленности США. Почти 95% выполняемых ими заказов предназначено для ремонта и модернизации планера самолетов военного назначения, большинство из которых проектировалось и изготавливалось по чертежам еще полвека тому назад. «На разработку точной компьютерной 3D-модели изделия на основе бумажных чертежей обычно уходит от 10 до 15 часов, но затем FeatureCAM позволяет нам очень быстро разработать управляющие программы и изготовить деталь на станке с ЧПУ», – говорит г-н Паджетт.

«Каждый раз, когда к нам приходит заказ, мы конкурируем с многими сертифицированными производителями, и если наша продукция не будет конкурентоспособной, то мы попросту разоримся. До сих пор Padgett Machine удавалось удерживать прочные позиции в нашем секторе рынка», – подчеркивает г-н Паджетт. Одним из главных составляющих компонентов успеха фирмы Padgett Machine в авиаремонтной отрасли стало приобретение ею CAM-системы *FeatureCAM*.

«Использование возможностей пятиосевой обработки в FeatureCAM позволяет нам обрабатывать зафиксированную деталь за один технологический установ сразу с пяти сторон, что обеспечивает лучший результат и экономит нам много времени», – объясняет г-н Паджетт, – «Применение для обработки точно такой же детали трехосевого станка потребовало бы вместо одной операции восемь или девять технологических установов». Следует отметить, что каждый технологический установ сопряжен не только с потерей времени, но также приводит к потере точности из-за погрешности базирования детали. Кроме того, для обработки детали сложной формы на трехосевом оборудовании в несколько технологических установов требуется изготовление уникального комплекта технологической крепежной оснастки, что также отнимает много производственных ресурсов.

В качестве примера, г-н Паджетт привел типичный заказ, включавший в себя изготовление 75 различных деталей для планера истребителя F-16. Наиболее сложными в изготовлении оказались 16 силовых цельнофрезерованных носков нервюр, устанавливаемых в местах сочленения крыльев с фюзеляжем. Для плавного сопряжения внешних аэродинамических поверхностей крыла и фюзеляжа эти нервюры имели переменный угол наклона пояса (переменную малку). «Обработка столь сложной и ответственной детали в FeatureCAM задается при помощи всего лишь одной команды, что экономит нам при разработке управляющих программ очень много времени», – объясняет г-н Паджетт.

Фирма Padgett Machine также изготавливала новые детали для планера бомбардировщиков B-52. «Управляющая программа для изготовления на станке с ЧПУ одной сложной детали самолета состояла более чем из 160 тысяч линий, при этом FeatureCAM затратил на генерацию кода этой управляющей программы менее 20 секунд, – говорит г-н Паджетт, – Поражает воображение, как люди смогли построить больше 700 этих самолетов в 1950-х годах вообще без станков с ЧПУ!»

Еще один аспект применения FeatureCAM, обусловленный исключительно высокой степенью автоматизации управляющих программ в этой CAM-системе, связан с точным прогнозированием стоимости изготовления и сроков изготовления заказа в процессе переговоров с заказчиком. «Точное планирование производства и соблюдение сроков поставки всегда являются приоритетными факторами для наших заказчиков», – объясняет г-н Паджетт. – «При помощи FeatureCAM мы можем с минимальными трудозатратами быстро, точно и эффективно спланировать наш производственный процесс. Как показывает практика, спрогнозированное нами время изготовления детали отличается от фактически затраченного лишь на 2-3%».

Основываясь на собственном опыте, г-н Паджетт сказал: «Если вы не используете эффективную CAM-систему, то не сможете сегодня быть конкурентоспособными. Уже не те времена, когда написанная вручную ЧПУ-программа может себя оправдать. В нашем бизнесе вы разоритесь раньше, чем закончите создавать вручную управляющую программу».

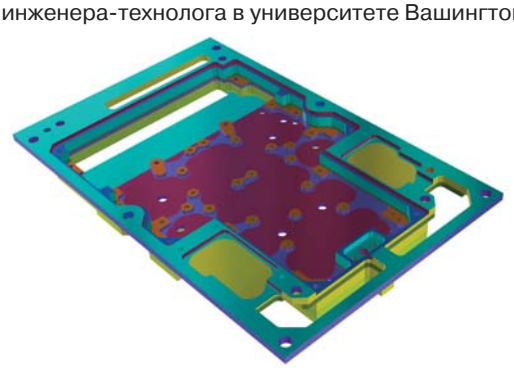
Современное пятиосевое оборудование и эффективная CAM-система позволили Padgett Machine добиться очень высокой эффективности производства. Фирма уже приобрела соседний земельный участок под строительство нового цеха и приступила к удвоению своих производственных мощностей.

www.featurecam.com
тел. +7-499-343-15-37

ПРИМЕНЕНИЕ ФИРМОЙ *Pacific Tool* CAM-СИСТЕМЫ *FeatureCAM* ДЛЯ РЕШЕНИЯ СЛОЖНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАДАЧ В АВИАСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

«Наши заказчики уверены, что мы можем решить все их производственные проблемы и готовы взяться за выполнение тех заказов, которые из-за сложности не смогли выполнить другие фирмы», – говорит вице-президент, исполнительный директор фирмы Pacific Tool Inc. Скотт Гэрбэрино (Scott Garbarino). – «Во многом наш производственный потенциал базируется на возможностях CAM-системы FeatureCAM, способной автоматически распознавать типовые конструктивно-технологические обрабатываемые элементы».

Фирма Pacific Tool Inc. (www.pacifictool.com) была основана в 1966 году в Сиэтле (штат Вашингтон, США) Фрэнком Гэрбэрино, когда он вместе с двумя партнерами выкупил в собственность инструментально-литейный цех, в котором работал. Через пару лет Фрэнк приобрел у бизнес-партнеров их доли, и вот уже более 43 лет Pacific Tool была и остается собственностью семьи Гэрбэрино. В 1978 фирма Pacific Tool переехала в расположенный по соседству Редмонд, а в 1984 году 15-летний сын Фрэнка – Скотт Гэрбэрино – начал подрабатывать на фирме отца сначала разнорабочим, а с 17 лет оператором станка с ЧПУ, впоследствии освоив профессию программиста-технолога. Уже позднее Скотт получил диплом инженера-технолога в университете Вашингтона.



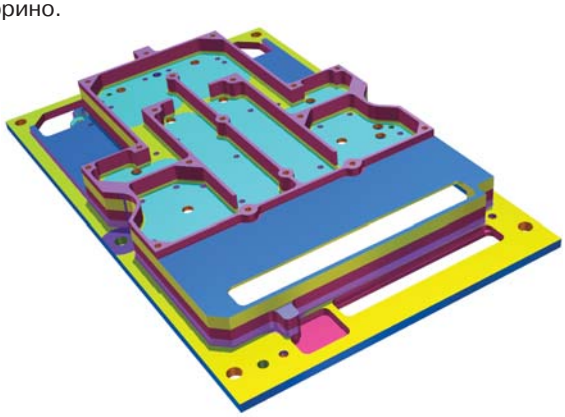
В настоящее время Pacific Tool располагает собственным термостатированным цехом площадью 1160 кв.м., оснащенным трехступенчатой системой фильтрации пыли. Фирма имеет 15 современных многоосевых станков с ЧПУ, которые позволяют выполнять обработку деталей размером до 1300 мм. Еще в 2002 году Pacific Tool получила аккредитацию по стандарту качества авиастроительной отрасли *AS9100*.

Одним из основных заказчиков Pacific Tool является корпорация Boeing, с которой президент Франк Гэрбэрино работал еще до основания своей фирмы. За десятилетия работы Pacific Tool разработала по заказу Boeing свыше 2600 управляющих программ для станков с ЧПУ. За высокое качество оказываемых услуг Pacific Tool неизменно удостаивалась «золотого» и «серебряного» статуса в рейтинге бизнес-партнеров корпорации Boeing. Несколько лет назад Boeing резко сократила число своих относительно мелких субподрядчиков до 16 компаний, в число которых вошла и Pacific Tool.

«На протяжении нескольких десятилетий работы нашей фирмы, мы приобрели большое количество разнообразных CAD/CAM-систем. Но когда несколько лет назад нас посетили специалисты из Delcam, они показали нам, насколько проще и быстрее разрабатывать управляющие программы для станков с ЧПУ при помощи CAM-системы FeatureCAM», – рассказывает Скотт Гэрбэрино.

Программисты-технологи фирмы Pacific Tool были очень довольны выбором новой CAM-системы. Рассказывает ведущий программист-технолог Хэнк Фрэнсис (Hank Francis): «Компания Delcam придерживается тех же принципов работы, что и мы. Если у нас возникают какие-то проблемы с CAM-системой, их команда технической поддержки помогает нам решить все вопросы за несколько часов. Те поставщики CAM-систем, с которыми мы работали в прошлом, ответили бы нам лишь через несколько дней или даже недель. Кроме того, возможность автоматического распознавания типовых обрабатываемых элементов для фрезерной обработки освобождает нас от трудоемкой рутиной работы по созданию последовательности технологических операций для каждого отдельного элемента детали. Также FeatureCAM позволяет значительно уменьшить потребность в ручном задании и редактировании операций, что не только упрощает разработку управляющих программ в целом, но и снижает вероятность появления ошибок».

Для обеспечения утвержденных с заказчиками графиков поставки готовой продукции, Pacific Tool периодически приобретает современные станки с ЧПУ. Одним из таких вынужденных пополнений станочного парка стал токарно-фрезерный обрабатывающий центр Mori Seiki NZ2000T3Y3, который приобретался под выполнение одного конкретного заказа. «Когда нам потребовался для этого станка сложный постпроцессор, технические специалисты из Delcam разработали и отладили его всего за несколько дней», – вспоминает Скотт Гэрбэрино.



Несмотря на достигнутые успехи, Pacific Tool предпринимает активные шаги по выходу фирмы на дополнительные рынки сбыта. «Мы всегда знали, что объем заказов от Boeing колеблется от года к году, так что если мы хотим сами прогнозировать загрузку наших производственных мощностей и поддерживать постоянный штат высококвалифицированных сотрудников, нам нужно диверсифицировать бизнес и постоянно искать новых заказчиков», – объяснил Скотт Гэрбэрино. «Большинство из 45 наших сотрудников являются превосходными специалистами и работают у нас уже более 20 лет. Кроме того, для привлечения и обучения молодых специалистов Pacific Tool сотрудничает с местными колледжами», – добавил он.

Delcam

www.delcam.ru

ПРИМЕНЕНИЕ РОБОТОВ В АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Industrial robots are getting more accurate, convenient and functionality that allows you to effectively implement them not only in automobile manufacturing, but in the aircraft manufacturing industry. Robotic systems are used as in the main production processes (welding, mechanical hardening, application composite materials) and in auxiliary operations (cleaning, painting). And the possibilities of industrial robots are constantly growing.

Промышленные роботы-манипуляторы традиционно применяются в автомобилестроении. Этому способствуют высокие объемы производимых однотипных деталей, отсутствие необходимости в микронных точностях и широкие возможности применения – сварка, позиционирование и передача изделий, контроль и т.д.

Но в настоящее время роботы захватывают и новые рынки, одним из которых становится авиастроение. Промышленные роботы становятся все более точными, удобными и функциональными, что позволяет эффективно использовать оборудование и в новых задачах (**рис. 1**).

Традиционно, сборка самолета является сложным, масштабным и трудоемким процессом с использованием дорогого крупногабаритного оборудования, больших кондукторов, портальных систем и т.д.

Рис. 1. Роботизированная ячейка в Aerolia, Франция

Производители самолетов и поставщики авиакомпонентов и узлов на сегодняшний день все больше заинтересованы инвестировать в автоматизацию для увеличения гибкости и технологичности производства с сопутствующим снижением затрат.

Каждый процесс применения роботизации в авиации – это сложный технологический проект, результатом которого зачастую становится целый комплекс оборудования различных производителей и совершенно новые технологические и уникальные решения. В Европе, в целях повышения конкурентоспособности и создания технологических ноу-хау лидирующий технический институт в Германии Fraunhofer Institute в сотрудничестве с концернами AIRBUS Military, FACC, инжиниринговой компанией IDPSA и производителем промышленных роботов KUKA, изучает применение роботизации в промышленном секторе. Работы проводятся в рамках программы автоматизации, одобренной Еврокомиссией.

Роботизация исследуется и благодаря производственному росту в секторе. Растущий объем авиаперевозок заставляет производителей увеличивать объемы производства и, следовательно, критически оценивать трудозатратные техпроцессы и роль человеческого фактора в производстве.

Более того, во многих случаях, где ранее требовалось использование дорогого оборудования, роботизированные технологии могут служить более экономичной альтернативой без потери необходимой функциональности и технических требований.

Несмотря на растущий интерес, применение роботов носит ограниченный характер. Этому способствует и невероятная консервативность авиастроительной отрасли, как в России, так и за рубежом. Большинство самолетов сконструированы свыше 10 лет назад с устаревшими на сегодняшний день технологическими процессами. Их модернизация требует дополнительного одобрения разработчиков и сопровождается огромными бюрократическими препятствиями. И если, к примеру, в автопроме применение роботов является общеобязательным условием для сохранения и повышения производственной программы и, зачастую, сборочные линии на разных автомобильных производствах практически идентичны по структуре, то авиастроение только начинает принимать автоматизацию, и многие предприятия вынуждены выступать пионерами, получая техническое решение, которого могло ранее и не существовать в производстве вообще. Зачастую предприятия делают огромные инвестиции в оборудование и технические процессы, которые не отвечают современному уровню развития производства. После таких шагов новые вложения, даже в высокотехнологичные решения, бывают невозможны.

Вместе с тем, роботы работают в авиастроении больше, чем это принято считать. Для примера, компания KUKA поставила свыше 200 роботов для применения в авиационной и космической промышленности.

Сверление и клепка

Одной из самых значимых технологий в авиации для применения роботов стало сверление отверстий. Уходя от ручных операций с применением соответствующих кондукторов, авиастроение внедряет роботизированные системы, позволяющие осуществлять точное позиционирование для выполнения сверления с применением дополнительных систем машинного зрения или дополнительного контроля. К примеру, фюзеляж требует сверления тысяч отверстий и выполнение их вручную – огромный трудозатратный процесс. Переход на автоматизацию в этом случае будет абсолютно безболезненным и высокоэффективным – ведь в отличие от иных технологий, например, прожига или прокалывания отверстий, требования к операции, инструменту и изделию останутся неизменными.

Переход на автоматизированное сверление – это уход от затрат на необходимые кондуктора, квалифицированный

•BMT D150B

Поворотный шлифовальный станок с ЧПУ (один шпиндель)

Токарный станок платформенного типа с ЧПУ

BMT 35 / 40 / 45 / 50 серии LC

•BMT 850SH

Гравировально-фрезерный станок с ЧПУ

Вертикальный обрабатывающий центр

BMT 1050SV

•BMT 1300NCT

Радиально-сверлильный станок с ЧПУ и поворотным столом

Фрезерный станок с ЧПУ

BMT 500HT

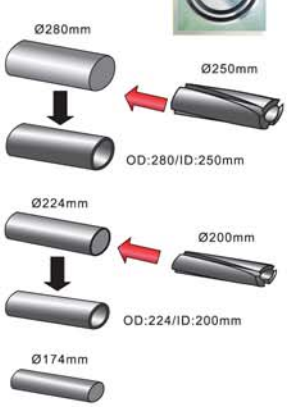
•BMT 150HHD

Горизонтальный высокоскоростной сверлильный станок

BMT 150HHD

Демонстрация механической обработки

▪ Резка сверлом



Горизонтальный обрабатывающий центр

BMT 30112R

•BMT 543SD

Двухколонный обрабатывающий центр для обработки пресс-форм

Пример
Общее время процесса: 47min.38sec.
Размер заготовки: 30×25×25mm
Материал : STAVAX HRC50
Кол-во используемого инструмента :2

Шлифовальный станок высокой точности

BMT 60150AHR

BEMATO®

Боремся за Сервис и Удовлетворение с

1976 года

BENIGN ENTERPRISE CO., LTD.

SUITE 4, 5F., NO. 20, TA-LONG ROAD, TAICHUNG, TAIWAN
TEL: +886-4-23233016
FAX: +886-4-23232826 / +886-4-23238341 / +886-4-23267761
E-mail: bematoco@ms11.hinet.net
http: //www.e-bemato.com · http: //www.bemato.com.tw

персонал и огромные временные затраты. Специалисты SpiritAerosystems – одного из основных поставщиков концерна Boeing считают, что роботы в сверлении – это средняя степень между ручным трудом и полной автоматизацией, позволяющая обеспечить постоянную повторяемость позиционирования и режимов с одинаково высоким качеством, сократить расходы на инструмент и время операций.

Рис. 2. Позиционирование роботами для сверления отверстий, AIRBUS.

Концерн AIRBUS с большим вниманием изучает возможности перехода на автоматическое сверление (**рис. 2**). Компания ежегодно сверлит около 50 миллионов отверстий и половина из них выполняется вручную. Одна из основных задач отдела автоматизации и роботизации Airbus UK – это снижение ручного производства в существующих и в будущих программах. Одними из первых роботизированных систем в AIRBUS UK стали решения компании KUKA с использованием дополнительных измерительных систем M^3 и офлайн программирования от Delmia для элементов крыла. В AIRBUS Espana (Испания) используется мобильная 3-х осевая роботизированная система для сверления собственной разработки.

Lockheed Martin использует автоматизированные технологии уже свыше 30 лет, преимущественно для сверления отверстий под клепку. Там, где вручную требуется выполнить несколько операций (сверление отверстия, сверление требуемого диаметра, развертывание...) робот делает за один проход.

Говоря о высоко автоматизированных авиационных программах, истребитель F-35 построен с использованием нескольких субподрядчиков Lockheed Martin, включая роботизированные системы для сверления для изготовления центрального фюзеляжа с привлечением компаний-участников Kuka Systems, Comau Aerospace, Dassault Systems и Fanuc Robotics. Концепция цифрового производства с использованием современных программных и метрологических технологий обеспечивает автоматическую точную вставку примерно 30 тысяч заклепок в центральный фюзеляж F-35.

Испанский концерн MTorres разработал свое оборудование – это маленький робот FDH (Flexible Drilling Head), который перемещается по фюзеляжу. Он устанавливается по месту с помощью вакуумных присосок, осуществляет сверление и клепку до дальнейшего движения со скоростью 3,5 мм/мин. до следующего положения (**рис. 3**). Этот 5-осевой робот, который весит около 100 кг, используется в программе AIRBUS A380 для сверления около 8500 отверстий секции 19 фюзеляжа.

Рис. 3. Сверлильный робот MTorres

С помощью адаптированного управления роботом Nikon Metrology в AIRBUS реализована автоматическая ячейка сверления носа самолета в проекте A340. Ячейка создана при участии компаний Gemcor, KUKA и Delmia. Она использует двух синхронизированных роботов, которые позиционируют изделие по отношению к сверлильной станции Gemcor. С помощью измерительного оборудования Nikon осуществляется контроль позиционирования к сверлу и передачи автоматической коррекции роботам до сверления, если позиционирование было осуществлено неправильно. При внедрении удалось сократить время процесса больше чем в половину с заменой 19 квалифицированных рабочих и при отсутствии какого-либо брака (неправильно высверленного отверстия) после трех лет эксплуатации.

Национальное исследовательское консульство Канады разрабатывает решения для авиастроителей Канады. Для Bombardier Aerospace была разработана интегрированная система машинного зрения для автоматизированного сверления и последующего контроля панелей. Другой проект заключался в позиционировании изделий для последующей клепки.

Авиационная инжиниринговая и производственная компания Electroimpact (США) реализовывала проекты автоматизированного сверления в программах концерна Boeing F18, 737, 787. На март 2008 по материалам компании в одном проекте 787 использовалось 12 роботизированных систем исключительно для сверления.

Нанесение композитных материалов

В настоящее время внимание технологов-авиастроителей сосредоточено на применении роботов в изготовлении композитных изделий самолетов. Это является следствием современных тенденций перехода на композитные материалы для производства несущих конструкций самолета, таких как крылья, фюзеляжи и поперечные балки. Если ранее композиты составляли примерно 15% от структурной массы внешней обшивки самолета, то в новых поколениях воздушных лайнеров эта доля увеличилась до 50%.

Концерн NASA занимается исследованиями в области применения композитных материалов с 80-х годов прошлого века. Он использует собственные разработки, в том числе, включая и автоматическую укладку с помощью роботов, в производстве самолетов Boeing и некоторых моделей военной авиации. Отдельные исследовательские лаборатории по применению роботов в авиации и космосе работают и в составе известных технических институтов мира.

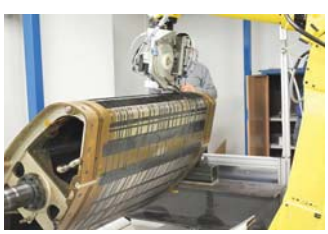


Рис. 4. Роботизированная ячейка выкладки композитов Fokker Aerostructures (Нидерланды).

Особое внимание следует уделить экономическим составляющим – изучение возможностей роботизации в Fokker Aerostructures (Нидерланды) (работают по программам A380, Falcon, F35, NH90 и т.д.) базировалось на цене – грубо 100 тыс. долларов за промышленного робота против одного миллиона за большие стационарные машины ATL/AFP (**рис. 4**). Вместо применения газовых или лазерных систем нагрева, Fokker остановил внимание на более дешевой ультразвуковой сварке. Для управления используется ПО Vericut, CGTech, которое переводит данные из CATIA в данные для робота. Система предполагает возможность масштабирования – для малых объемов, например, закрылок бизнес-джетов 80х300 см достаточно ячейки с одним роботом, а возрастающие объемы будут приводить к закупке новых роботов. Большие узлы, как хвостовые детали самолетов или панели фюзеляжа, могут изготавливаться с помощью нескольких синхронизированных роботов, где каждый ответственен за свой участок.

Одной из первых компаний в Великобритании, использующей роботизированную систему для автоматической укладки композитов от Британского национального центра композитных материалов (NCC), стал концерн GKN Aerospace. Программа является частью программы Великобритании по разработке композитного крыла следующего поколения, спонсируемой Технологическим стратегическим комитетом Правительства. Помимо GKN и AIRBUS в программе принимают участие компании Umeco, GE Aerospace, Bombardier и QinetiQ.

Во Франции специализированная компания Coriolis Composites использует роботов для своих ячеек, разрабатывая специализированное оборудование с привлечением производителя KUKA (**рис. 5**). Системы используются в проекте обшивки фюзеляжа A30X (новое поколение A320), проектах кон-

www.mwm-eng.ru

MWM Engineering

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛООБРАБОТКИ

МВМ-ИНЖИНИРИНГ - ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР ВЫСТАВКИ ТЕХНОЭКСПО-2013

ТЕХНО ЭКСПО

САРАТОВ 2013
21 - 23 августа
вц «СОФИТ-ЭКСПО

АКРОН СИСТЕМ

ООО «АКРОН - СИСТЕМ» - официальный представитель компании ООО «МВМ-ИНЖИНИРИНГ» в регионе

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ СТЕНД

Рис. 5. Роботизированный комплекс для выкладки композитов Coriolis Composites.

Рис. 6. Окраска элемента крыла Boeing 777

церна EADS, частей фюзеляжа самолетов CSiries Bombardier и т.д.

Помимо конкретных процессов обработки, роботы часто используются во вспомогательных работах, к примеру, при покраске. Кроме того, роботы могут смывать, наносить жидкость для удаления грязи, чистить и наносить краску, включая возможность доступа в сложные места для окраски против коррозии (**рис. 6, 7**).

Рис. 7. Полная роботизированная окраска самолета F35

Так, на заводе в Boeing, Everett по сборке, два роботизированных комплекса обрабатывают трехметровую панель крыла самолета 777. Вручную процесс занимал 4,5 часа с нанесением первого покрытия. Роботы делают все за 24 минуты с превосходным качеством. В середине 2013 года планируется перейти на роботизированную окраску всех крыльев 777.

Национальный инжиниринговый центр роботизации (NREC) Университета Mellon Carnegie в сотрудничестве с исследовательской лабораторией воздушный сил и логистическим центром 309 AMXG Ogden разработал и продемонстрировал роботизированную систему с использованием высокомощных лазеров для удаления покрытия с транспортных самолетов и истребителей. Удаление покрытий – это стандартная процедура обслуживания самолета. По сравнению с традиционными методами, снижается время работы, возможен постоянный режим 24/7, снижаются затраты, отходы, вредные влияния на работников.

Роботы в авиастроении активно используются и во вспомогательных процессах, не имеющих прямого отношения к сборке самих самолетов.

Так, завод Airbus Broughton (Великобритания) внедряет производственную линию с использованием робота Yaskawa Motoman для очистки заклепок от материала уплотнений перед повторным использованием на сборочной линии.

Роботы зачастую применяются в задачах контроля и проверки (**рис. 8**). Роботизированные ячейки могут выполнять ультразвуковой контроль авиакомпонентов, в частности, поиск трещин, проблемных мест после нанесения композитов. Это может быть вариант полностью автоматизированной ячейки для обработки изделия и последующего контроля.

Компания OCRobotics (Великобритания) разработала уникальное решение для различного использования в авиастроении и ядерной промышленности, одним из потребителей которого стал концерн AIRBUS. На стандартного промышленного робота устанавливается телескопический змеевидный робот собственного производства (в проекте AIRBUS – 27 степеней свободы) с удаленным управлением, позволяющий получить доступ к сложным участкам, недоступным для любых средств стандартной автоматизации, к примеру внутренней конструкции крыла. Такая система позволяет осуществлять удаленный контроль, нанесение уплотнений и т.д.

В настоящее время расширяется и рынок изготовления мобильных систем на базе роботов для сборки узлов и компонентов. Такие платформы имеют огромное преимущество по сравнению со стационарными системами, способствуя, как экономическому, так и производственному выигрышу.

Несмотря на сложный, тяжелый и медленный переход авиастроения на роботизацию, этот сегмент рынка постоянно растет.

В продвижении активно участвуют и сами производители, для которых, несмотря на традиционно небольшой объем продаж в отрасли, успешно внедренное решение – это еще один высокотехнологичный скачок, демонстрация возможностей и серьезное конкурентное преимущество – ведь авиация традиционно более требовательна к точностям и возможностям по сравнению с любыми производственными отраслями.

Эффективное внедрение роботов может служить основой для патентных исследований и разработок, серьезных конкурентных преимуществ и значительного экономического и производственного выигрыша. Поэтому большинство авиастроительных концернов мира внимательно изучают и следят за растущими возможностями промышленных роботов.

Рис. 8. Робот для проверки композитного переднего фюзеляжа B787, Spirit AeroSystems.

Рис. 9. Роботизированная система OCRobotics.

Игорь Проценко
ООО «Нью Лайн Инжиниринг»
e-mail: info@nleng.ru

Источники:

1. *“High Flying Robots”, Austin Weber, Assembly Magazine*
2. *“Robots in Aerospace Applications”, Bennett Brumson, Robotic Industries Association*
3. *“Aerospace Automation Picks Up the Pace”, Patrick Waurzyniak, ManufacturingEngineeringMedia.com*
4. *Материалы сайта MTorres (www.mtorres.es)*
5. *“Airbus UK using automotive robots in wing manufacture”, Graham Warwich, Flight International*
6. *Материалы сайта Nikon Metrology (http://blog.nikonmetrology.com)*
7. *Материалы сайта Electroimpact (www.electroimpact.com)*
8. *Материалы сайта Coriolis Composites (www.coriolis-composites.com)*
9. *Материалы сайта CompositesWorld (www.compositesworld.com)*
10. *“Robots Speed Complex Composite Fiber Placement”, Ann R. Thryft, Materials & Assembly*
11. *“Painting robots speed production of Boeing 777s”, DOMINIC GATES, The Associated Press*
12. *“Paint-Stripping Robot”, Carnegie Mellon University*
13. *Материалы сайта OCRobotics (www.ocrobotics.com)*

XKNC® 北村精密

Компания Xi' an Kitamura Precision Machine Works Co., Ltd (XKNC) была создана в апреле 2000 года. Она расположена в сианьской высокотехнической зоне. Компания в основном производит малые прецизионные станки с ЧПУ, продукция разделяется на высокоточную токарную серию, TX - токарно-револьверную серию и S - швейцарскую токарную серию. Продукция XKNC отличается высокими скоростями, точностью и стабильностью, широко используется в области связи, охлаждения, оптики, в бытовой технике, автомобилях, мотоциклах, электронике, часах и т.д.

XKNC–100G Малый высокоточный токарный станок с ЧПУ Точность 2 микрона

Модель: XKNC-100G

Малый высокоточный токарный станок с ЧПУ XKNC-100G предназначен для высокоскоростной, высокопроизводительной токарно-фрезерной обработки массового, крупносерийного и среднесерийного производства изделий типа тел вращения, для обработки деталей малого диаметра. Используются необслуживаемые серводвигатели. Установив полноценную ось C, можно реализовать точную обработку кривых поверхностей или линий.

Xi' an Kitamura Precision Machine Works Co., Ltd.
www.xknc.com
misha-xknc@yandex.ru xknc@xknc.com
Адрес: №46 ул. Гаосиньлюлу г.Сиань Китай
Моб: 0086-15991262865 Тел: 0086-29-88452330 Факс: 0086-29-88452320

ЭКОНОМИЧНАЯ АВТОМАТИЧЕСКАЯ ПЛАЗМЕННАЯ РЕЗКА

How to ensure not only high-quality but cost-effective automatic plasma cutting – an important production issue. In the article the structure of expenses on purchase and use of plasma equipment are defined, technical opportunities to reduce the prime cost of 1 meter cutting up to 50% are examined.

Для производственников обеспечение качественной плазменной резки – важный вопрос [1], но не менее важным является экономическая составляющая процесса. «Как выйти на низкую стоимость 1 метра реза?» С этим вопросом мы обратились к отечественным и немецким специалистам: Кириллу Александровичу Синякову, заведующему кафедрой «Оборудование и технологии производства металлоконструкций», члену ученого совета ПИМаш и Курту Нахбаргауэру, владельцу компании IHT Automation GmbH & Co. KG, производящей оборудование для автоматизированной резки (**рис.1**).

По мнению К.А. Синякова, решение вопроса необходимо начать с определения экономической структуры затрат на приобретение и эксплуатацию оборудования, а далее рассмотреть технические возможности для их снижения.

Стоимость реза плазменной машиной зависит от 2-х составляющих:

• **Стоимость амортизации.** При увеличении стоимости оборудования увеличивается стоимость амортизации. В зависимости от уровня приобретенного оборудования стоимость износа колеблется от 500 до 2000 рублей в день (расчет произведен с учетом 7-летней эксплуатации).

• **Текущие расходы.** Расходы могут различаться в зависимости от применяемых технологий. Уровень текущих расходов включает: зарплату с отчислениями и накладными расходами (от 3 000 руб. в день на небольших предприятиях и до 50 000 рублей на крупных предприятиях при трехсменной работе), материалы для резки, газ, сопла, электроды и другие части (от 1 500 до 15 000 рублей в день), обслуживание и размещение машины (500–1500 рублей).

Структура затрат состоит из двух частей, которые влияют на стоимость 1 метра реза в пересчете на 1 день работы: **амортизация** 500 – 2000 рублей; **текущие расходы** 5000 – 66500 рублей. Вторая составляющая значительно больше первой.

Следовательно, стоимость 1 метра резки в большей степени зависит не от стоимости машины, а от того, как мы ее эксплуатируем!

Стремление купить машину как можно дешевле в ущерб технологическим характеристикам может в разы увеличить последующую стоимость резки. **Используя современные технологии, можно снизить вторую часть затрат «текущие расходы» более чем в два раза.**

Ниже приводятся причины, вызывающие увеличение текущих расходов, и общие и схематичные рекомендации по их снижению:

1. Увеличение срока службы расходных материалов плазматрона.

Часто во время плазменной резки наблюдается повышенный износ расходных материалов. Основные причины следующие:

• Чрезмерно долгое горение пилотной дуги внутри горелки, которое происходит из-за образования основной дуги не на оптимальной высоте или за-за некорректного выхода из

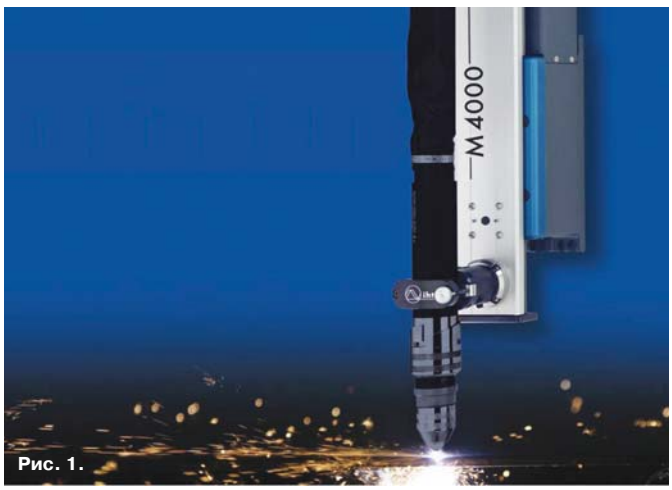


Рис. 1.

траектории резки при падении вырезанной заготовки. В этот момент плазматрон резко переходит от прямой дуги к косвенной со значительным износом электрода.

• Процесс сквозного прожига металла без увода резака в безопасное положение таким образом, чтобы обратный поток плазмы с расплавленным металлом из образующейся воронки не повредили плазматрон.

• Неправильная высота в процессе резки приводит к повышенной нагрузке на резак и, следовательно, к быстрому износу.

• Работа оборудования со скрытыми неисправностями. Старая охлаждающая жидкость, долго циркулируя по латунным трубкам, изменяет свои электропроводные свойства. Шунтирование тока по жидкости приводит к искажению электрических характеристик внутри плазматрона. Данные физические процессы повышают износ. Большое воздействие на работу плазматрона оказывает чрезмерный изгиб. Это может нарушить объем подачи газов и охлаждающей жидкости к плазматрону. Только за счет соблюдения правильной технологии резки можно снизить потребление расходных материалов более чем на 40%. Перерасход при работе на оборудовании со скрытыми неисправностями может быть столь значительным, что не поддается подсчетам простыми методами.

2. Повышение производительности работы машины.

При соответствующих возможностях машины, оператор выставляет необходимую технологию резки, которая позволяет снизить себестоимость 1 метра резки до 30%. А использование современных более высокопроизводительных технологий, например: “Contour Cut”, снижает себестоимость 1 метра резки до 50%! Таким образом, начинать работу необходимо с подбора современной технологии резки металла под марки проката и толщины, используемые на предприятии. Редко используемые марки и толщины следует исключить, их учет смещает технологическую систему в неоптимальную экономическую зону, а выпадающий прокат дешевле разместить на резку по кооперации или разрезать другим способом. После этого производится расчет производительности и стоимость одного условного метра резки. По выбранным параметрам подбирается наиболее оптимальный производитель машины.

Машина должна точно выполнять параметры резки, а не создавать иллюзию их исполнения. Так, например, часто регулировка высоты резака задается напряжением в электрической цепи горелки. При этом ошибочно предполагается, что напряжение в электрической цепи соответствует напряжению плазменного столба дуги. Это не так. На самом деле происходит значительное падение напряжения при прохождении по металлоконструкциям стола, разрезаемого металла, контактам и проводникам. В таком случае, даже если оператор и выставляет идеально-правильное напряжение, по приборам, фактическое напряжение дуги, замеряемое

вольтметром в электрической цепи плазматрона, значительно отличается от установленного. Как следствие, повышается износ плазматрона, происходит перерасход газов, снижение производительности и качества резки. Это решается либо на этапе приобретения машины, – машина должна быть оборудована современными системами регулировки высоты, либо приглашением на работу высококвалифицированного и дорогостоящего оператора, который по дефектам резки будет корректировать параметры процесса.

Программное обеспечение машины должно позволять управлять оптимальным перемещением резака и согласованной работой плазменной установки. Дополнительные холостые перемещения могут увеличить время общего пробега до 30%. Наиболее распространенные проблемы:

– Чрезмерно высокий холостой пробег. Горелка даже при коротком перемещении поднимается на высоту парковки. Необходимо управление высотой резака на переходах. Снижение холостых прогонов повышает производительность машины до 10%.

– Отсутствие механизмов, инициирующих дополнительные передвижения резака. Например, лапка для измерения высоты резака увеличивает время выхода на резку. Это происходит за счет дополнительного времени перехода на промежуточные технологические высоты и вывод лапки в рабочее положение, а затем увод ее в безопасное положение. Кроме того, косвенное измерение, да еще на датчиках, размещенных на неприспособленных для этого пневматических системах, значительно снижает точность измерения реальной высоты резака, нарушая технологию резки.

– Запуск продувки газов в процессе опускания резака, а не после его выхода в рабочее положение.

– Интеллектуальное управление скоростью холостого перемещения. У листа в опасной зоне скорость снижается. Вне опасной зоны резак перемещается с высокой скоростью.

Машина должна иметь правильную и сбалансированную механику. Перемещение с микро рывками недопустимо. Для определения подобного перемещения необходимо положить ладонь на безопасное место машины во время ее работы. При перемещении отчетливо ощущаются рывки и вибрации. Именно рывки, вызванные освобождением механических напряжений при перемещении, вынуждают снижать скорость термической резки. Качество резки тоже ухудшается.

Возможности техники часто ограничиваются неумением ее правильно использовать. Результат – низкая производительность, плохое качество резки и необходимость оплаты более высококвалифицированных операторов. Таким образом, машина должна иметь простой и удобный интерфейс.

3. Конечно же, машина должна быть надежной. Простой машины в результате поломок и большой потребности в сервисе снижает ее производительность. Кроме того, для работы на такой машине требуется высокооплачиваемый персонал, чтобы ее можно было использовать в узких эксплуатационных рамках, что значительно повышает стоимость метра реза.

Какими же методами можно решить подобные производственные вопросы?

Не следует разделять резку с другими технологическими процессами. От качества заготовки зависит степень необходимой последующей обработки и, следовательно, объем станочного парка, а также многое другое. Внедряя современные технологии, можно получить эффективное производство.

На производстве приходится разрезать множество различных материалов с разнообразными формами. Производство – это не исследовательская лаборатория, и поиск идеальных режимов невозможен! Какова вероятность компенсировать неизбежные отступления от идеальной технологии резки?

IHT Automation более 30 лет лидирует в производстве систем регулировки высоты для машин плазменной и автогенной резки. Как надёжный партнер мы предлагаем нашим клиентам самые высококачественные системы.

iht automation

The clearance control specialist

Компетентная и инновационная!

M 4000 ISC

надёжная и проверенная система для газокислородной резки с встроенным резаком. Бесконтактная, точная и быстрая.

B 1000

не требующая обслуживания система для стандартной плазменной резки. Простая в управлении, совместима со всеми современными машинами плазменной резки.

IHT Automation GmbH & Co. KG
Германия • 76532 Baden-Baden • Bahnhofstrasse 63
Тел. +49 7221 39419-0 • Факс: +49 7221 39419-70
info@iht-automation.com • www.iht-automation.com

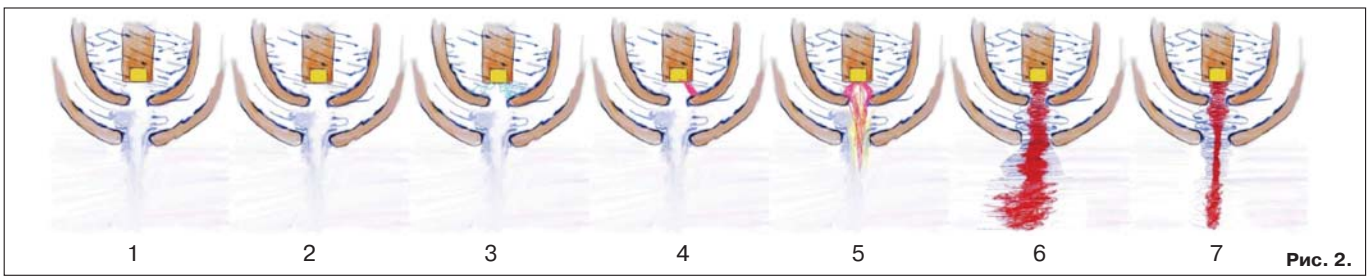


Рис. 2.

Наиболее эффективным методом является управление высотой резака. Физику процесса проиллюстрировал г-н Курт Нахбаргауэр (**рис. 2**):

«Одним из основных вопросов является: «Каким образом поджог дуги на правильной высоте позволяет увеличить срок службы расходных материалов»? Рассмотрим, как происходит поджог дуги. Выделим значимые стадии образования дуги.

1-я стадия – продувка горелки; 2-я стадия – снижение подачи воздуха для создания возможности более легкой ионизации; 3-я стадия – ионизирующий высоковольтный, высокочастотный разряд; 4-я стадия – возникновение пилотной дуги из-за низкой подачи газа, воздушный слой отесняющий дугу от сопла и электрода не создан, быстрое повышение температуры внутри плазматрона; 5-я стадия – выдувание пилотной дуги; 6-я стадия – возникновение прямой дуги, формирование газового защитного слоя; 7-я стадия – стабилизация дуги, защитных газовых слоев, снижение температуры внутри плазматрона.

Самый высокий износ расходных материалов происходит именно на 4 и 5 стадии, в момент, кода дуга горит между электродом и соплом. В это время вращающийся вихревой защищающий сопло и электрод поток еще не образовался. Слишком высокое положение плазматрона над листом не

Рис. 3.

позволяет быстро образоваться прямой дуге, давая время пилотной дуге разрушать сопло и электрод. Наоборот, маленькое расстояние резака от листа – это низкое сопротивление дугового промежутка, следовательно, очень высокий стартовый ток и недостаточное время для отведения резака на безопасное расстояние. Именно поэтому дистанция между резаком и металлом должна быть в соответствии с рекомендациями производителей плазменных установок.

Другим важным вопросом является: как правильная высота позволяет компенсировать износ электродов?

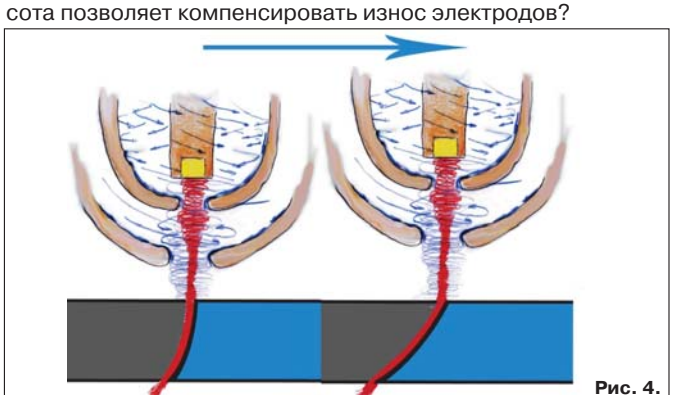


Рис. 4.

По мере износа электрода высота плазматрона над листом уменьшается, несмотря на постоянство напряжения на дуге. С изменением этой высоты ухудшается качество резки, и еще более увеличивается износ расходных материалов (**рис. 3, 4**). Если откорректировать высоту, качество резки значительно повысится.

Стандартные технологии, предлагаемые производителями плазменной резки, не отражают в полной степени многообразия проката используемого на производстве в различных странах. Предлагается упрощенная градация: сталь, алюминий, нержавеющая сталь. Но в каждой группе имеются значительные отличия по технологии резки. В случае, если регулировка производится по напряжению на дуге, то на различных марках проката будет разное расстояние резака от листа.

Это связано с тем, что металл различных марок под дугой плавится по-разному, и горелка проседает то больше, то меньше. Такое изменение длины дуги приводит к ухудшению качества резки и повышенному износу расходных материалов. Современные системы регулировки высоты сами измеряют напряжение соответствующее заданной в миллиметрах высоте, которая является основой для качественной резки и поддерживает его. При каждом новом резе эти данные обновляются, и качество остается неизменным на протяжении всей карты раскроя.

Активно ведутся исследования для получения новых методов регулировки высоты, из которых особого внимания заслуживают два направления:

– предоставить оператору больше информации о текущем процессе резки и возможность изменять этот процесс для достижения высокого качества реза и предотвращения ошибок;

– улучшение характеристик регуляторов высоты для возможности качественной резки тонкого листового металла.

Современные технологии позволяют снизить себестоимость производства, повысить качество и конкурентоспособность выпускаемой продукции.

Виталий Жданов
ООО «НТ-Сварка»
Санкт-Петербург, Россия
Тел./факс +7(812) 67 67 072
info@nt-welding.ru
http://nt-welding.ru

Курт Нахбаргауэр
IHT Automation GmbH & Co. KG, Баден-Баден, Германия
http://www.iht-automation.com

Кирилл Александрович Синяков
заведующий кафедрой
«Оборудование и технологии производства металлоконструкций»
Санкт-Петербургский государственный политехнический университет
Институт машиностроения (ЛМЗ-ВТУЗ)

Литература

1. *В. Жданов., К. Нахбаргауэр, Т. Юниор Качественная плазменная резка. Журнал «РИТМ», № 1'2013, стр. 46-47*

Крупнейший производитель всех типов (!!!) газо - сварочного оборудования

роар
www.ruar.ru
роар.рф

ВЕСЬ МОДЕЛЬНЫЙ РЯД РЕЗАКОВ,
ГОРЕЛОК (РС, РСТ, ГС, ГВ, ГВ-Р) и З/Ч к ним,
РЕЗАКИ «ВЕКТОР», «НОРД», РЕДУКТОРЫ (Новинка), **АТТЕСТАЦИОННЫЕ СТЕНДЫ** (Новинка),
БАЛЛОНЫ, РУКАВА ДЛЯ ВСЕХ ГАЗОВ, РАМПЫ (Новинка),
КОМПЛЕКТЫ ГАЗОСВАРОЧНЫЕ, КГС и ПГУ (5, 10, 40 л),
СВАРОЧНЫЕ ИНВЕРТОРЫ 120…500А,
ЭЛЕКТРОДЫ И АКСЕССУАРЫ ДЛЯ Э/СВАРКИ

Комплектные поставки по РФ и СНГ
Инженерные решения по сварке/резке/газообеспечению
Цены от производителя
Система скидок

(495) 228 - 17 - 44 (многоканальный)
(499) 261 - 41- 44 (66/88)
(901) 564 - 34 - 49, (905) 716 - 34 - 43
sales@ruar.ru, fax@ruar.ru

Склады: г. Москва, ул. Ботаническая, д. 14 (м. Владыкино); г. Ногинск, ул. 1-ая Ревсобраний, д. 7

Рапид
научно-производственная компания

ООО НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ
"РАПИД"

НПК "РАПИД" ПРОИЗВОДИТ СОВРЕМЕННОЕ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, В ТОМ ЧИСЛЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ:

- лазерные раскройные станки портального типа на основе волоконных иттербиевых лазеров IPG различной мощности для раскроя листового металла, в том числе цветного, с высокой точностью по контуру любой сложности. Очень низкое энергопотребление.
- длинномерные и крупноформатные лазерные раскройные станки с волоконным иттербиевым лазером IPG для программного раскроя крупногабаритных листовых металлических материалов.
- лазерные раскройные станки с мощными CO^2-лазерами «Rofin-Sinar».
- лазерные раскройные станки с CO^2-лазерами малой и средней мощности для рекламной, мебельной, швейной и других отраслей промышленности.
- скоростные станки плазменной резки с комплектацией источниками плазмы фирм «Kjellberg» (Германия) и «Hypertherm» (США).
- промышленные координатные столы с ЧПУ (роботы, позиционеры) для лазерных, плазменных, термических и гидроабразивных раскройных станков, а также комплексов неразрушающего контроля. Размеры и исполнение по Вашему техзаданию.
- крупноформатные планшетные промышленные плоттеры (графопостроители, координатографы) для высокодинамичного выполнения проектно-конструкторских, плазово-шаблонных работ и контроля обрабатывающих программ в авиакосмической промышленности, вычерчивания раскладок лекал в швейной и обувной промышленности.

промышленное исполнение, прочное стальное основание, комплектующие лучших мировых производителей – мощные и надежные волоконные иттербиевые лазеры IPG (НТО ИРЭ-Полюс), зубчатая рейка-шестерня Gudel (Швейцария), планетарные редукторы ALFA (Германия), 3-х координатный контроллер движения «Advantech» и «FESTO», следящие сервоприводы с обратной связью по скорости и положению.

394028, г. Воронеж, ул. Ильюшина, дом 3
Тел. (4732) 51-67-49 Тел./факс (4732) 41-94-50
e-mail: mail@npkrapid.ru, npkrapid@yandex.ru http://www.npkrapid.ru

FK-СВЕРЛА, FK-ЗЕНКОВКИ, FK-ФРЕЗЫ

Композиционные материалы (FK) – это всегда крайне трудная обработка. Высокая прочность на растяжение и небольшой вес делают их идеальным материалом для облегченных конструкций, особенно в авиационной промышленности. Однако применение подобных легких конструкций и в других отраслях в ближайшее время значительно увеличится.

Характерные преимущества волокнистых материалов из арамида (AFK, Aramid = Aromatic polyamide), например КЕВЛАРА и пластмасс армированных углеволокном(CFK) и их трудная обработка противоречат друг другу. При обработке этих материалов обычным инструментом такие характеристики как шероховатость, температурное повреждение смол и деламинация (расслоение) не удовлетворяют производственников. О стойкости инструмента вообще можно было забыть. В связи с тем, что изменение состава этого композиционного материала при наличии других недостатков не возможно, изготовителям приходится искать и находить решение только в новой конструкции инструмента.

Компания **ГЮРИНГ** готова использовать свои технические знания (ноу-хау) для того, чтобы найти экономичное решение. Сегодня мы предлагаем комплексную программу инструмента для рациональной обработки стеклопластиковых и композиционных материалов:

FK-сверла,
FK-зенковки,
FK-фрезы.

Отличительным признаком FK-инструмента компании **ГЮРИНГ** является серповидное исполнение режущих кромок. Благодаря внедрению такого решения, волокна в направлении растяжения предварительно натягиваются и затем разрезаются в направлении сдвига. В результате получается чистый рез, гладкая поверхность (**рис.1, 2**) .

Рис. 1. Вид отверстия сверху

При сверлении и зенкеровании период стойкости составляет от 1500 до 2000 операций, при условии, если оптимально выбраны скорость резания и подача. В связи с конструктивными особенностями данных материалов рабочая температура не должна превышать 70°C, так как, в противном случае, волокнистый материал (в большинстве случаев, с эпоксидной или фенольной смолами) размягчается. Поэтому, оптимальные параметры резания в используемом материале в каждом конкретном случае подбираются индивидуально.

FK-СВЕРЛА

Изготавливаются из цельного твердого сплава. FK-сверла характеризуются: специальной заточкой; очень острыми серповидными режущими кромками и очень широкими направляющими ленточками.

Характеристики:
v = 150 – 180 м/мин,
s = 0,05 – 0,08 мм/об;
без охлаждения.

На **рисунке 3** представлены сравнительные образцы качества обработки обычным инструментом (A) и FK-инструментом **ГЮРИНГ** (B).

Компания **ГЮРИНГ** предлагает и специальное решение – сверла с оптимизированной геометрией под композиционные материалы с однонаправленными волокнами. Особенностями данного исполнения являются сверхострая геометрия для эффективного резания без деламинации, скругленный переход от режущей кромки к направляющей и отверстия для подвода СОТС для снижения температурных нагрузок.

Также сверла могут использоваться с различными видами упрочняющих покрытий, например, алмазное покрытие, Signum и т.п.

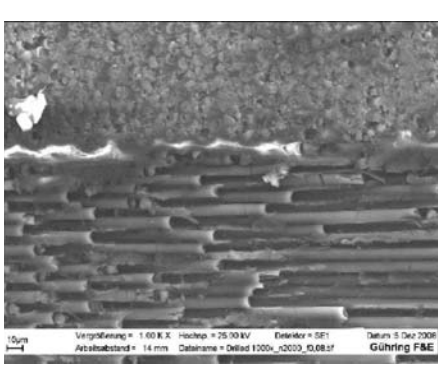


Рис. 2. Сечение отверстия, увеличенное под микроскопом (углепластик с однонаправленными волокнами).

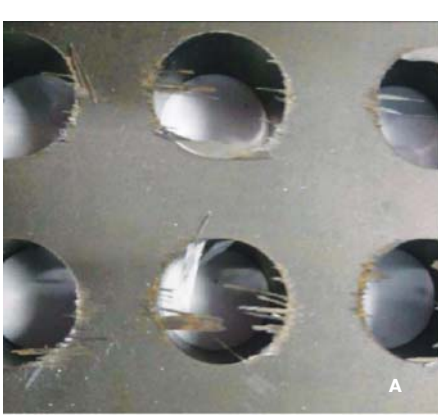


Рис. 3А. Обработка обычным инструментом.

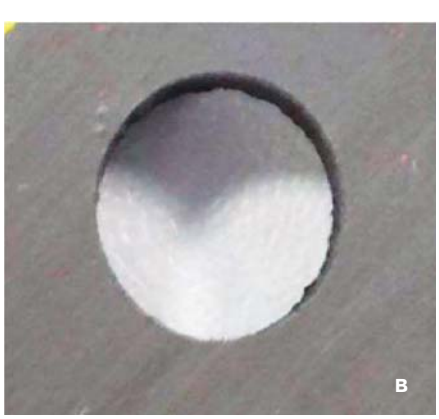


Рис. 3В. Качество, полученное при обработке FK-инструментом ГЮРИНГ.

Рис. 4. Зенковки.

FK-ЗЕНКОВКИ

Зенковки (**рис. 4**) предназначены для обработки отверстий под заклепки и исполняются целиком из быстрорежущих сталей или с двумя впаянными в основной корпус серповидными лезвиями из твердого сплава или PKD.

Поставляется в 2-х вариантах:

а) с цельными направляющими цапфами,

б) с заменяемыми направляющими цапфами.

Характеристики:

v = 25 – 40 м/мин
(для инструмента с твердосплавными пластинами),
s = 0,3 – 0,5 мм/об
(для инструмента с твердосплавными пластинами),
без охлаждения.

На **рисунке 5** представлены отверстия, обработанные обычным инструментом (**рис. 5А**) и обработанные FK-инструментом **ГЮРИНГ**.

FK-ФРЕЗА

FK-фрезы производства компании **ГЮРИНГ** (**рис. 6**) изготавливается из цельного твердого сплава. Положительная геометрия и разнонаправленные зубья позволяют применять метод компрессионного резания.

Характеристики:

v = 320 – 560 м/мин,
s = 1 – 2,2 м/мин,
без охлаждения.

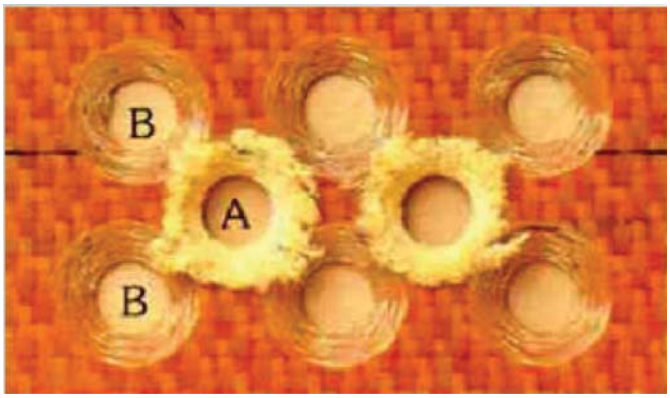


Рис. 5. А – обработка обычным инструментом, В – качество, полученное при обработке FK-инструментом ГЮРИНГ.

На **рисунке 6** для сравнения можно увидеть качество обработки обычным инструментом и FK-фрезой компании **ГЮРИНГ**.

Серия FK-инструмента компании **ГЮРИНГ**: FK-сверла, FK-зенковки, FK-фрезы успешно применяется на предприятиях европейских авиапроизводителей. Это далеко не все решения компании **ГЮРИНГ** для обработки композиционных материалов. Специалисты компании **ГЮРИНГ** готовы предложить не только инструмент, но и опыт по его применению в условиях российских предприятий авиационной отрасли.

GÜHRING

ООО ГЮРИНГ
111397, Москва, Зеленый пр-т, 20
Т. +7 (495) 989-47-87
Ф. +7 (495) 989-47-97
www.guhring.ru
info@guhring.ru

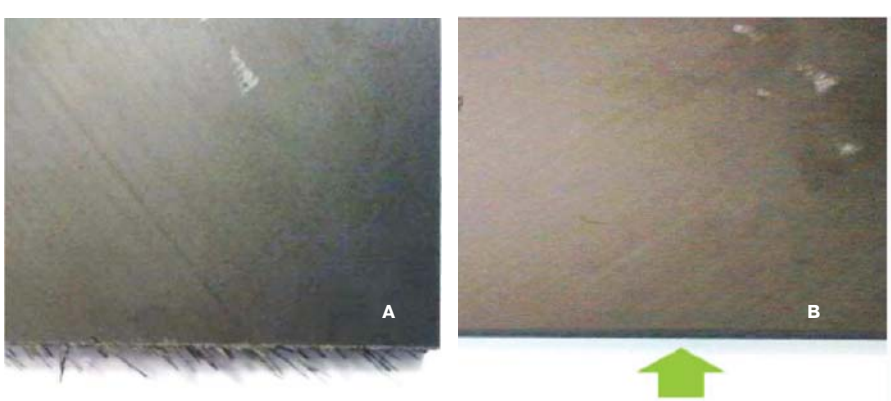


Рис. 6А. Обработка обычным инструментом, В – качество, полученное при обработке FK-инструментом ГЮРИНГ.

Рис. 6. Пример FK-фрезы производства компании ГЮРИНГ.

КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ СЛОЖНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

The development of electromechanical test complexes on the basis of energy-saving and resource-saving technologies relevant for all machine-building industries. The article shows the experience of implementation of such systems at Russian enterprises of aviation and railway industries.

В последние годы резко возросло количество запросов на энергоэффективные решения в машиностроении. Результаты обследований объектов заставляют руководителей предприятий задумываться о новых стратегиях в сфере потребления энергоресурсов и искать необходимые технологии.

С недавнего времени в общую тенденцию пытаются вписаться и консервативные отрасли, в число которых входят предприятия оборонного комплекса. Среди основных задач внедрения на предприятиях ОПК энергоэффективных технологий стоят: использование инновационного оборудования, оптимизация структуры энергоснабжения и создание объектно-ориентированных испытательных комплексов.

Ряд специалистов предприятий, в том числе, компании «РУСЭЛПРОМ-Мехатроника» (ранее ВНИИЭлектропривод, МВЗ им. М.Л. Миля), многие годы работают над созданием электромеханических комплексов для машиностроения на основе энергоресурсосберегающих технологий для испытания сложных трансмиссий с редукторами транспортных средств (авиационная, судостроительная, тракторная, автомобильная и автобронетанковая отрасли промышленности, железнодорожный транспорт и др.).

В комплексах используются электрические машины и в качестве привода и в качестве нагружающего устройства. При этом машина нагружения работает в режиме генератора и, создавая в испытуемом объекте нагрузочные крутящие моменты, питает электроэнергией привод. Таким образом, в комплексах до 70–75% той энергии (топлива), которая обычно теряется в нагружающих устройствах, используется полезно, обеспечивая их высокую экономичность.

Следует отметить, что стендовые испытания по сравнению с натурными имеют целый ряд преимуществ, наиболее существенными из которых являются:

- возможность на стадии разработки агрегата всесторонне проверять заложенные в его конструкцию решения и своевременно находить и устранять дефекты;
- определение вплоть до разрушения ресурса работы как опытных, так и серийных агрегатов;
- выявление основных причин аварий транспортных средств путем моделирования реальных режимов;
- значительное сокращение времени и стоимости испытаний;
- полная автоматизация процесса испытаний.

Стенды для испытаний трансмиссий и редукторов вертолета

Специалистам в авиастроении известно, что одними из наиболее сложных механических систем являются силовые редукторы и трансмиссии вертолетов. Это обуславливает и сложность создания установок для их стендовых испытаний. Известные установки обладают целым рядом недостатков. Так, механические замкнутые стенды проектируются как индивидуальные и требуют разработки специальных загрузочных редукторов, обычно сложных и дорогих. При этом они не обеспечивают требуемого быстродействия при отработке форсированных режимов нагружения. Еще больше страдает экономичность. В других стендах вся энергия, необходимая для испытаний, теряется в устройстве нагружения. Нагрузочные устройства комплексов мощностью до 1 МВт выполняются с использованием электрических машин постоянного тока и статических преобразователей. При создании нагрузочных устройств комплексов большей мощности (тяжелые вертолеты) возникает необходимость применения машин и преобразователей переменного тока, так как сказывается реально существующее ограничение машин постоянного тока по удельной мощности.

На **рис. 1** представлена схема электромеханического комплекса для испытаний силовой установки тяжелого вертолета семейства МИ.

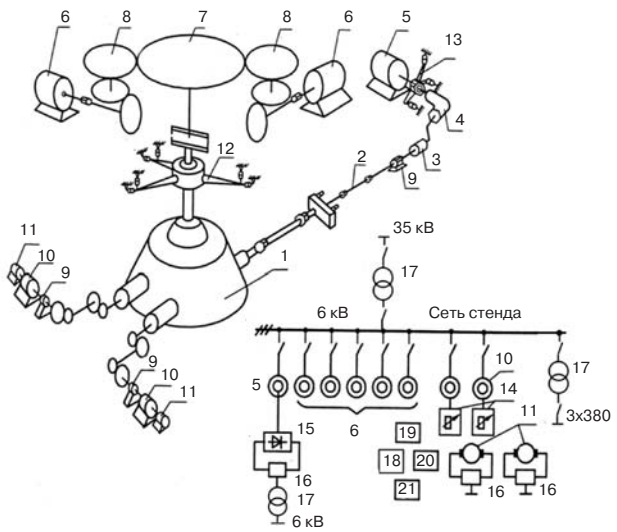


Рис. 1. Схема электромеханического комплекса для испытаний силовой передачи вертолета МИ-38 (мощность нагружения 10 МВт, напряжение 10 кВ).
1. Редуктор несущих винтов
2. Хвостовая трансмиссия
3. Промежуточный редуктор
4. Хвостовой редуктор
5. Нагрузочный генератор хвостовой трансмиссии (600 кВт)
6. Нагрузочные генераторы 5х2000 кВт
7, 8, 9. Дополнительные редукторы стенда
10. Приводные асинхронные электродвигатели 2х4000 кВт
11. Приводные электродвигатели постоянного тока (2х1000 кВт)
12, 13. Устройства воспроизведения вращающегося вектора сил
14. Устройство регулирования скольжения электродвигателя
15. Выпрямитель
16. Преобразователи
17. Силовые трансформаторы
18. Шкаф собственных нужд
19. Пульт управления
20. Видеотерминальная станция
21. Видеопульт

Комплекс обеспечивает:

- Воспроизведение нагрузок на силовую часть вертолета, адекватных реальным условиям пилотирования.
- Возможность реализации предельных нагрузок вплоть до разрушения без риска для человека.
- Точное определение ресурса работы опытных и серийных узлов и агрегатов.
- Полностью автоматизированный процесс испытаний.
- Энергоресурсосбережение и отсутствие вредных выбросов.
- Повышение качества и надежности проводимых испытаний.
- Сокращение эксплуатационных расходов и времени на испытания.

Одной из решаемых проблем является определение оптимальных по потерям энергии силовых структур комплекса. В основу построения таких структур в компании «Русэлпром-Мехатроника» приняты схемы взаимной нагрузки электрических машин. При этом возникла задача создания специальных стендовых редукторов.

WFL
MILLTURN TECHNOLOGIES

EMO
Hannover
16-21·9·2013
зал 26 • стенд F27

ОДИН УСТАНОВ – И ДЕТАЛЬ ПОЛНОСТЬЮ ОБРАБОТАНА

WFL Millturn Technologies GmbH&Co.KG
4030 Linz | Austria | Wahringerstraße 36
Tel +43-(0)732-6913-0 | Fax +43-(0)732-6913-8172
Email office@wfl.at | Internet www.wfl.at

ВФЛ Миллтурн Текнолоджиз ГмбХ & Ко. КГ
С.-Петербург 191025 | ул. Маяковского, 3 б, литера „А“
Бизнес-центр „Алиа Темпора“ оф. 708
Тел.: +7 812 44 88 380 | Факс: +7 812 44 88 380
E-mail office@wfl-russia.com | www.wfl-russia.com

GROUP
AUTANIA

Рис. 2. Тяжелый вертолет

Рис. 3. Вертолет Ка-226

Поскольку испытания вертолетных трансмиссий проводятся при постоянной частоте вращения по основной координате – передаваемой мощности, то изменяемой координатой можно считать нагрузочный крутящий момент.

Использование координаты тока в контуре нагружения недопустимо, так как в режимах работы при частотах, близких к резонансу, изменение тока и крутящего момента не адекватно. Поэтому для комплексов используются датчики крутящего момента различного типа.

Еще одна важная проблема связана с тем, что силовая часть вертолета содержит в своем составе упругие звенья со сравнительно малой жесткостью. Эта особенность значительно усложняет задачу создания комплексов с требуемыми статическими и динамическими характеристиками, так как в сочетании с инерционными массами электрических машин образуется система с ярко выраженными колебательными свойствами. Для нормального функционирования испытательных установок были разработаны способ и устройства демпфирования механических колебаний низкой частоты, обеспечивших адекватность результатов полетным нагрузкам трансмиссии и редукторов.

На валы несущих и хвостовых винтов кроме крутящего момента воздействует при работе изгибающий момент (вращающийся вектор сил). Для имитации такого воздействия на валы созданы специальные гидравлические устройства и разработаны датчики усилий – это решение еще одной проблемы.

Специалисты НПЦ «РУСЭЛПРОМ-Мехатроника» и МВЗ им. М.Л.Миля совместно с предприятиями авиационной промышленности за прошедшие годы внедрили ряд испытательных комплексов, подтвердивших их высокую эффективность.

Одной из последних разработок стал комплекс для испытаний трансмиссий выпускаемых ОАО «Камов» вертолетов серии Ка, выполненных с соосной несущей системой (**рис. 3**).

Стенд предназначен для проведения приемо-сдаточных, квалификационных технологических, государственных и сертификационных испытаний трансмиссий.

На **рис. 4** структурная схема силовой электрической части стенда:

М1, М2 – электродвигатели приводные 600 кВт, 1500 об/мин;

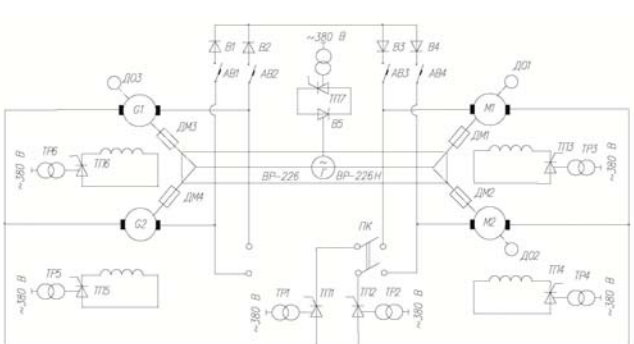


Рис. 4. Структурная схема силовой электрической части стенда для испытания трансмиссии

G1, G2 – генераторы нагрузочные 500 кВт, 1500 об/мин;
ТР1, ТР2, ТР3, ТР4, ТР5, ТР6, ТР7 – силовые трансформаторы;
ТП1, ТП2, ТП3, ТП4, ТП5, ТП6, ТП7 – тиристорные преобразователи постоянного тока;
ДМ1, ДМ2 , ДМ3, ДМ4 – датчики крутящего момента;
ПК – переключающий контактор;
ВР-226, ВР-226Н – редукторы;
Г – генератор бортовой сети.

Создание энергосберегающего электромеханического комплекса, который придет на смену натурному, запланировано на 2013-2014 год. Что это дает? Потери топлива ТС-1 при 300-часовых натурных испытаниях трансмиссии вертолета Ка-226 составляют 42000 кг или 1680 тыс. рублей, в то время как стоимость электроэнергии при таких же, но стендовых испытаниях не будет превосходить 120 тыс. рублей.

При этом в отличие от натурных, создающих шум и вредные выбросы отработанных газов, стенд при испытаниях трансмиссий не нарушает экологию окружающей среды.

Технические решения защищены патентами.

Стенды для испытаний авиационных двигателей

Для аэродинамических исследований и градуировки приемников воздушного давления и температуры авиационных двигателей в центральном институте авиационного моторостроения (ЦИАМ), являющимся государственным научным центром Российской Федерации, используются испытательные стенды У-107 и УИН-300. В их составе: рабочая камера аэродинамической трубы с соплом и диффузором; входной и выходной газовоздушные тракты; ускорители; маслосистема; система водяного охлаждения. Рабочая камера предназначена для установки в ней исследуемого объекта и создания перед ним равномерного потока воздуха с требуемыми характеристиками (температурой, плотностью и т.п.). На входе в рабочую камеру установлено профильное сопло, а на выходе диффузор. Входной трубопровод обеспечивает подвод воздуха с атмосферным давлением из входной шахты в рабочую часть трубы, выходной – отвод воздуха из рабочей части в атмосферу. Ускорители предназначены для увеличения давления воздуха в рабочей камере.

Изменение давления воздуха в аэродинамической трубе создается путем регулирования частоты вращения привода вентилятора. Для обоих испытательных стендов их привод реализован на основе электродвигателей постоянного тока с независимым возбуждением (**табл. 1**). Для привода стенда У–107 используются два электродвигателя, работающие на общий вал приводного редуктора.

Ценность метрологических результатов исследований в аэродинамической трубе определяется в основном точностью и стабильностью поддержания частоты вращения привода вентилятора. Поэтому для повышения класса точности результатов исследований была выполнена специалистами НПЦ модернизация стендов с заменой электроприводов постоянного тока и аналоговых систем управления на цифровые.

Модернизация электроприводов стендов У-107 и УИН-300 обеспечила высокую точность стабилизации и широкий диапазон регулирования частоты вращения вентиляторов аэродинамических труб. Это позволило не только повысить метрологические результаты исследований на стендах, но и резко повысить эксплуатационную надежность системы за счет внедрения средств диагностирования ее технического состояния.

Основные преимущества разработанных комплексов по сравнению с известными:

- высокая точность и быстродействие воспроизведения требуемых графиков нагрузки;
- возможность точного повторения испытаний;
- реализация предельных нагрузок вплоть до разрушения без риска для человека;
- повышение надежности и стабильности работы комплексов;
- полная автоматизация процессов испытания и неза-

MAKS 2013

МОСКВА
ЖУКОВСКИЙ
27.08 – 01.09

МЕЖДУНАРОДНЫЙ АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКИЙ САЛОН

ВСЕГДА НА ВЫСОТЕ

Международный авиационно-космический салон МАКС заслуженно занял ведущее место в ряду крупнейших мировых авиафорумов. Главная цель проведения МАКС – демонстрация российских высоких технологий и открытости внутреннего рынка России для совместных проектов с зарубежными партнерами.

WWW.AVIASALON.COM

Таблица 1. Технические данные электродвигателей испытательных стендов

Параметры	У-107	УИН - 300
Номинальная мощность, кВт	200	428
Номинальное напряжение якоря, В	550	500
Номинальный ток якоря, А	364	960
Номинальная частота вращения, об/мин	1420	2260
Номинальное КПД, %	90	93
Напряжение возбуждения, В	220	220
Номинальный ток возбуждения, А	12	12

висимость качества от квалификации обслуживающего персонала;
- снижение трудовых затрат и улучшение условий эксплуатации;
- малая потребляемая мощность (20...25%) из питающей сети по сравнению с мощностью нагружения, что обеспечивает значительную экономию электрической энергии на испытаниях.

На предприятиях ОАО МВЗ им. М.Л.Миля (Москва), ОАО «Камов» (Москва), ОАО «Красный Октябрь» (С-Петербург), а также на серийных ремонтных заводах и базах работают комплексы для испытаний всей трансмиссии, а также комплексы для испытаний ее отдельных агрегатов.

Стенды для испытаний макетов самолетов в аэродинамической трубе

Стенд ФГУП ЦАГИ (Жуковский) имеет в своем составе главный привод турбокомпрессора мощностью 100 МВт, 10 кВ аэродинамической трубы и шесть дополнительных турбокомпрессоров мощностью 12 МВт, 10 кВ каждый. Последние обеспечивают различные изменения в основном потоке аэродинамической трубы.

В 2005 году специалистами НПЦ была проведена модернизация электроприводов шести турбокомпрессоров мощностью 12 МВт, 10 кВ каждый с заменой преобразователей частоты на современные.

Опыт эксплуатации в течение последних лет показал высокую надежность электроприводов турбокомпрессоров.

Асинхронный частотно-регулируемый электропривод центробежной установки

В Московском институте инженеров транспорта (МИИТ) для определения технологических показателей и качества материалов полотна железных дорог используется центро-

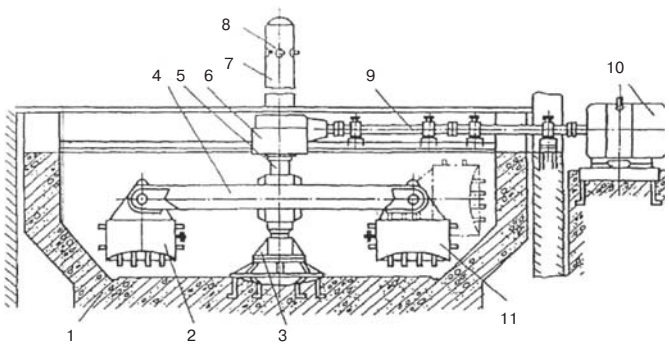


Рис. 5. Общий вид центробежной машины.

бежная установка ЦБУ. На ее основе моделируются и решаются задачи по оценке устойчивости откосов и склонов, определяется осадок деформирующихся и потенциально-опасных насыпей, проводится проверка эффективности различных способов их усиления, воздействия динамических поездных нагрузок, формализация которых с помощью математических методов еще не освоена. Ценным качеством подобного моделирования является то, что все технологические условия эксплуатации материалов в ЦБУ выполняются заметно быстрее по сравнению с натурными испытаниями.

Исследуемый материал ЦБУ (**рис. 5**), помещается в две ее каретки **2** и **11**, шарнирно подвешенные к коромыслу **4**,

которое закреплено на вертикальном валу **5** с нижней опорой **3** и приводится во вращение электродвигателем **10** через горизонтальный вал **9** и конический редуктор **6** с передаточным числом 3,37. Центробежная камера выполнена в виде закрытого железобетонного котлована цилиндрической формы и является несущим корпусом для всей конструкции. Вертикальный вал центрифуги в верхней части пустотелый. По пустотелой верхней части вала проходят трубопровод гидравлической системы и кабель с токосъемным устройством и скользящими контактами.

Результирующий приведенный момент инерции двигателя с учетом кареток с грузом 170 кг равен J = 1220 кг·м^2. Центробежная установка является объектом регулирования с большим моментом инерции и малым статическим моментом, обусловленным только потерями на трение в подшипниках и редукторе и сопротивлением воздуха вращающимися кареткам.

Электропривод ЦБУ (**рис. 6**) должен обеспечивать за 12 мин. плавный разгон центрифуги при максимальной ее загрузке до максимальной частоты вращения 320 об/мин. Электропривод ЦБУ обеспечивает все необходимые по технологии исследования материала с построением нагрузочных графиков в координатах "время-частота вращения".

В качестве привода ЦБУ выбран асинхронный частотно-регулируемый электропривод в составе асинхронного электродвигателя типа 5АМ315М4УЗ, 250 кВт, 380 В, 442 А, 990 об/мин и преобразователя частоты серии SINAMICS G150.

Однолинейная схема силовой части электропривода ЦБУ представлена на **рис. 6**. Микропроцессорная система управления электроприводом бездатчикового по частоте вращения электродвигателя в составе преобразователя частоты реализована по структуре векторного управления.

Панель управления имеет: клавиши для ввода задания управляющих воздействий и переменных параметров электропривода; дисплей для вывода текстовой информации и отображения текущих переменных; сигнальные лампы для отображения режимов работы и состояния электропривода (включено, предупреждение, авария). Терминал пользователя представляет собой набор клеммников, на которые подаются цифровые и аналоговые сигналы управления

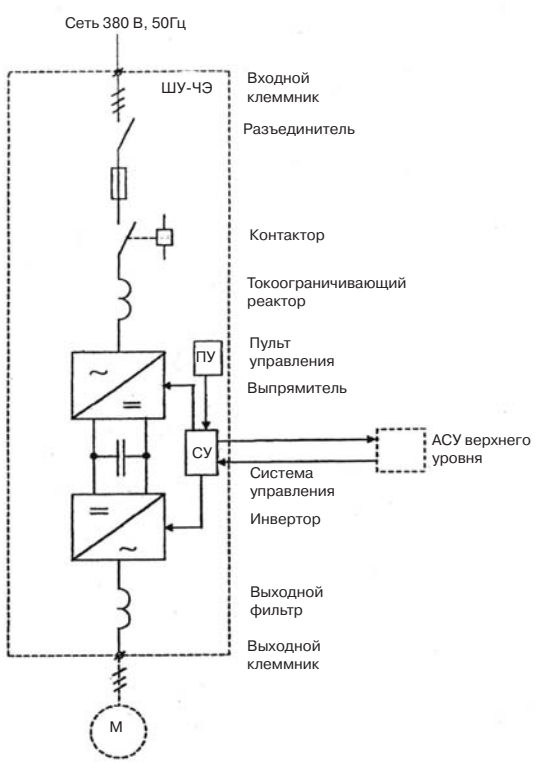


Рис. 6. Однолинейная схема силовой части электропривода ЦБУ.

преобразователем частоты от внешних устройств – кнопок, реле, потенциометров, термодатчиков, а также выводятся сообщения о текущих значениях переменных электропривода.

Сигналы управления частотой вращения центрифуги могут поступать как от программно-задающего устройства терминала, так и от пульта ручного управления.

Наличие большого количества фиксированных заданий скоростей и удобной графической панели оператора позволяет осуществлять быстрое переключение между различными экспериментами на установке, а также наглядно отслеживать текущие значения координат электропривода в процессе эксперимента.

В настоящее время планируется ввод испытательной установки в единый информационно-измерительный комплекс, предоставляющий возможности архивации и статистического анализа экспериментальных данных.

Результаты эксплуатации ЦБУ подтвердили ее надежность, энергетическую и технологическую эффективность. На ее основе специалистами МИИТ проводятся испытания ряда грунтов, позволяющих предлагать более эффективные методы адаптации исследуемого материала к железнодорожным нагрузкам.

За последние годы специалисты «Русэлпром-Мехатроника» разработали целый ряд стендов для испытания синхронных и асинхронных высоковольтных и низковольтных электродвигателей, работающих с преобразователями частоты.

Г.М. Иванов, д-р техн, наук, проф., директор
(4922) 43-09-53, elprivivanov@mail.ru
Москва, НГЦ «Русэлпром - Мехатроника»

В.И. Новиков, канд.техн.наук, зам. гл. инженера
(495) 974-04-48, elprivivanov@mail.ru
Москва, ОАО «МВЗ им. М.Л. Миля»

О.И. Осипов, д-р техн. наук, проф., ведущий науч. сотр.
(495) 974-04-48, osipovoi2011@yandex.ru
Москва, МЭИ (ТУ), НПЦ «Русэлпром - Мехатроника»

EXPO 1520

IV МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ САЛОН ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

11-14 сентября 2013 г.

Экспериментальное кольцо ВНИИЖТ
Россия, г. Москва, Щербинка

Генеральный партнер

ОАО «РЖД»

Стратегический партнер

РПМ группа

ОАО «Калужский завод «Ремпутьмаш»

Партнер

УралВагонЗавод

Спонсор регистрации

ОВК Объединенная вагонная компания

При поддержке

ОПЖТ

ИПЕМ

ВНИИЖТ

Генеральные информационные партнеры

РЖД Партнер

Гудок

Организатор

Бизнес Диалог

Реклама

+7 (495) 988-18-00 WWW.EXPO1520.RU

11-я специализированная промышленная выставка
ТЕХНОЭКСПО

Официальная поддержка:
Министерство промышленности и энергетики Саратовской области

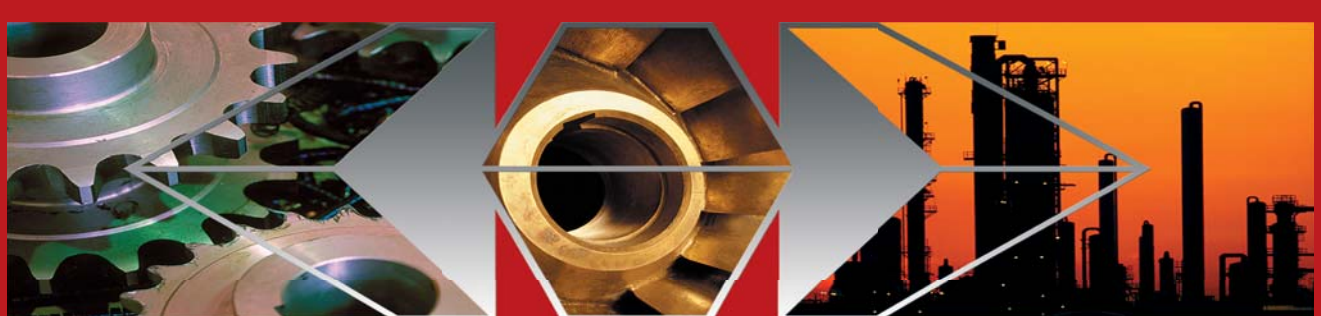
ТЕХНОЭКСПО 11 - 13 сентября

- СТАНКИ И ОБОРУДОВАНИЕ
- ИНСТРУМЕНТ, ОСНАСТКА И КОМПЛЕКТУЮЩИЕ ИЗДЕЛИЯ
- ПРОМЫШЛЕННАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ
- МЕТРОЛОГИЯ И КОНТРОЛЬ
- ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
- СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ РАЗДЕЛ «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

САРАТОВ 2012

ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
СОФИТ-ЭКСПО
ТЕЛ.: (8452) 205-470
http://expo.sofit.ru

2-4 октября 2013
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, ЛЕНЭКСПО
XVII МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ



РОССИЙСКИЙ ПРОМЫШЛЕННИК
ВЫСТАВКИ • КОНФЕРЕНЦИИ • КРУГЛЫЕ СТОЛЫ • БИРЖА ДЕЛОВЫХ КОНТАКТОВ

ОРГАНИЗАТОР
EXPOFORUM

дирекция выставки +7 812 240 4040, доб. 150, 158, +7 812 325 6778/79
promexpo@expoforum.ru, rospromspb@expoforum.ru
www.promexpo.expoforum.ru

mashEX
МОСКВА

16-я Международная выставка машиностроения и металлообработки

29 октября–01 ноября 2013 года
Москва, МВЦ «Крокус Экспо»

забронируйте стенд на сайте | **www.mtexpo.ru**

- роботы
- лазеры
- материалы, композиты
- прецизионные машины
- гидравлика
- литейные и формовочные машины
- металлообработка
- cad/cam (plm)

Организатор:

MVK
В составе группы компаний ITE

Тел.: +7 (495) 935 81 00
E-mail: mashex@mvk.ru

При поддержке:

Союз машиностроителей России · РАПН · НПАА РААА · АСКОМП

ПРАВИТЕЛЬСТВО УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
АДМИНИСТРАЦИЯ ГОРОДА ИЖЕВСКА
УДМУРТСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА
ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР «УДМУРТИЯ»
ВЫСТАВКА ПРОХОДИТ ПОД ПАТРОНАЖЕМ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННОЙ ПАЛАТЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МАШИНОСТРОЕНИЕ.
МЕТАЛЛУРГИЯ.
МЕТАЛЛООБРАБОТКА.
XII Международная специализированная выставка

10-13 сентября / 2013

ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ!

- ВЕДУЩИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ ОТРАСЛИ
- ТЕРРИТОРИЯ ШИРОКИХ БИЗНЕС-ВОЗМОЖНОСТЕЙ
- ВСТРЕЧИ С ПОТЕНЦИАЛЬНЫМИ КЛИЕНТАМИ И ПАРТНЕРАМИ
- СТИМУЛИРОВАНИЕ ОБЪЕМОВ ПРОДАЖ
- ЭФФЕКТИВНОЕ ВЛОЖЕНИЕ В БУДУЩЕЕ РАЗВИТИЕ

ИНСТРУМЕНТ
МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ
КОМПЛЕКТУЮЩИЕ ИЗДЕЛИЯ И МАТЕРИАЛЫ
АСУП КИПиА
МЕТАЛЛОПРОДУКЦИЯ
МЕТИЗЫ

Место проведения выставки:
г. Ижевск, ул. Кооперативная, 9

ЧЛЕН РОССИЙСКОГО СОЮЗА ВЫСТАВОК И ЯРМАРОК

Выставочный центр «УДМУРТИЯ»
тел./факс: (3412) 733-581, 733-585, 733-587, 733-664
metal@vcudm.ru | www.metal.vcudm.ru | vk.com/ngxmmm

13-я Международная выставка
сварочных материалов, оборудования и технологий

8 – 11 октября 2013 года
Москва, КВЦ «Сокольники»

ufi Approved Event
weldex
РОССВАРКА

+7 (495) 935 81 00

Более 250 компаний из 20 стран мира!

Всё для сварки, резки и наплавки!

www.weldex.ru

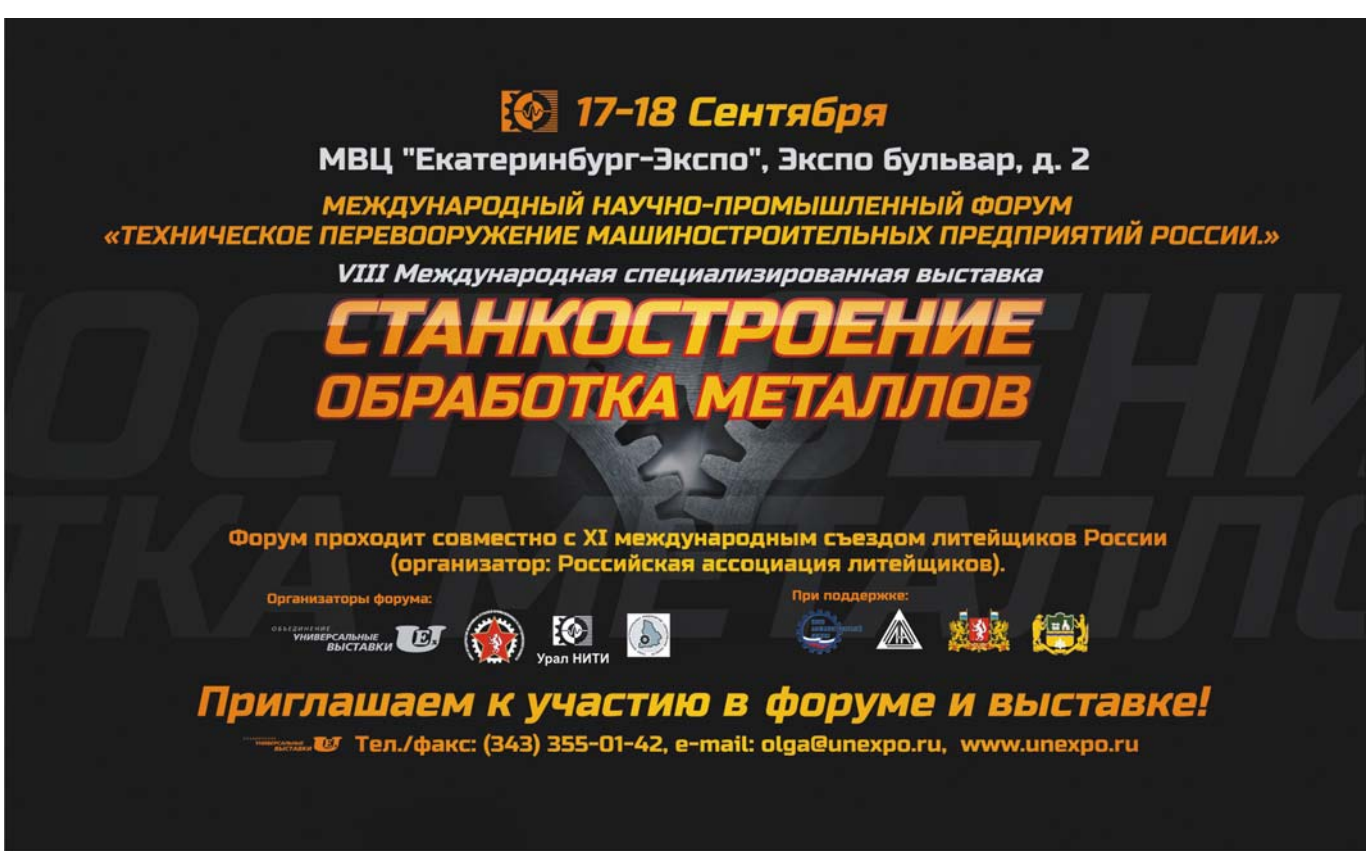
Организатор:
MVK
В составе группы компаний ITE
Тел.: +7 (495) 935 81 00
E-mail: weldex@ite-expo.ru

При поддержке:
Министерства Промышленности и Торговли РФ
Правительства Москвы
Торгово-промышленной палаты РФ
Правительства Московской области
Московской Торгово-промышленной палаты

При содействии:
EWA European Welding Association
EWF ММАГС
Российское научно-техническое сварочное общество
Elsvar Эльсвар

Генеральный информационный партнер:
Журнал «Сварочное производство»

12+
ufi
Approved Event
13-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА
МАШИНОСТРОЕНИЕ.
МЕТАЛЛООБРАБОТКА.
Казань
8-я специализированная выставка
TechnoСварка
При поддержке Президента
и Правительства Республики Татарстан
Выставочный центр "Казанская ярмарка"
Россия, 420059, г. Казань,
Оренбургский тракт, 8,
тел/факс: +7 (843) 570-51-16,
570-51-11 (круглосуточно), факс: 570-51-23
e-mail: pdv@expokazan.ru, http://www.expokazan.ru
25-27
сентября
2013
www.expomach.ru
www.svarkaexpo.ru
КАЗАНСКАЯ ЯРМАРКА


17-18 Сентября
МВЦ "Екатеринбург-Экспо", Экспо бульвар, д. 2
МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ
«ТЕХНИЧЕСКОЕ ПЕРЕВООРУЖЕНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ РОССИИ.»
VIII Международная специализированная выставка
СТАНКОСТРОЕНИЕ
ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ
Форум проходит совместно с XI международным съездом литейщиков России
(организатор: Российская ассоциация литейщиков).
Организаторы форума:
Урал НИТИ
При поддержке:
Приглашаем к участию в форуме и выставке!
Тел./факс: (343) 355-01-42, e-mail: olga@unexpo.ru, www.unexpo.ru

ООО «ПромТехСервис»

ООО «ПромТехСервис» предлагает решение всего комплекса наиболее актуальных задач в области машиностроения, включая разработку и внедрение передовых технологических процессов металлообработки, поставку современного станочного и других видов технологического оборудования отечественных и зарубежных производителей, все виды сервиса поставляемого оборудования, ремонт и модернизацию различных видов станочного оборудования.

Токарно-винторезные станки
Токарные станки с ЧПУ
Токарно-карусельные станки
Токарные трубонарезные станки
Расточные станки
Сверлильные станки
Фрезерные станки
Шлифовальные станки
Долбежные станки
Листогибочные
Отрезные станки
КПО
Импортное оборудование
Сварочное оборудование для сварки ленточных пил
Заточные станки для ленточных пил

Адрес: г.Москва, ул.Зорге, 31
Контактные телефоны:
495 6680701, 495 6680702, Факс 495 363 07 97
8 9152070661, 8 9160445624
info@promtehservic.com, promtehservic@yandex.ru, prom@promtehservic.com

www.promtehservic.com

МАШИНЫ ТЕПЛОВОЙ РЕЗКИ

MESSER
Cutting & Welding
since 1898

OmniMat®

ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО ФИРМЫ
тел.: (495) 564-8680
факс: (495) 564-8682
e-mail: messer@co.ru
http://messer.ru

Part of the **Messer** World