



РЕМОНТ ИННОВАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ МОДЕРНИЗАЦИЯ

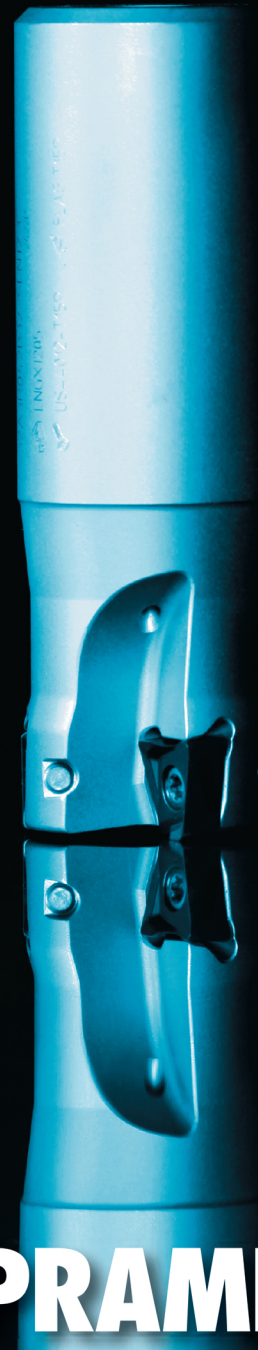
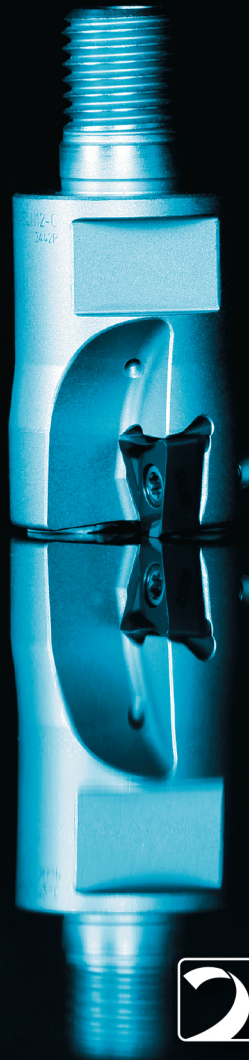
 Инжиниринг — особенности на российской почве
Зубохонингование — о технологии и перспективах

 Сварка трением перемешиванием — технология будущего
Плазменная закалка — новое в технологии упрочнения

В ДВА РАЗА БОЛЬШЕ

ФРЕЗЫ ДЛЯ ЭКОНОМИЧНОЙ ОБРАБОТКИ
ДВУСТОРОННИЕ ПЛАСТИНЫ С 4 РЕЖУЩИМИ КРОМКАМИ

LNGX 12 & LNGU 16



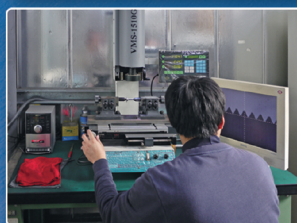
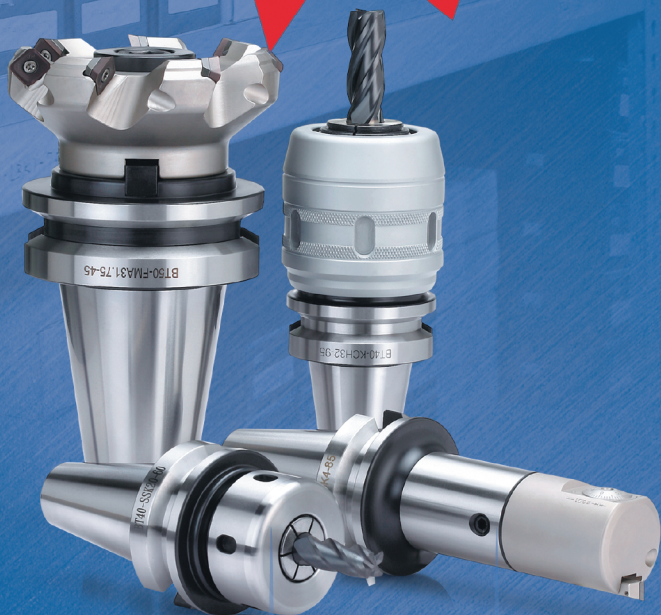
UP! GRADE
НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ СПЛАВОВ

PRAMET

**Более 1000 позиций
в наличии!**

**Эффективные решения
для разумного производства**

Профессионализм, точность, долговечность



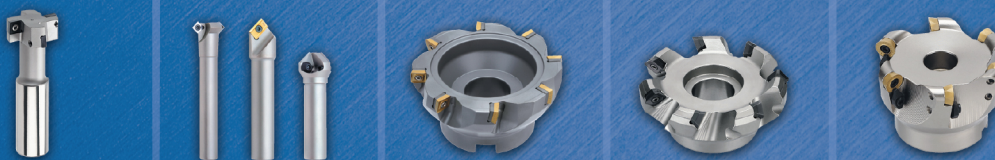
Инструментальная
оснастка



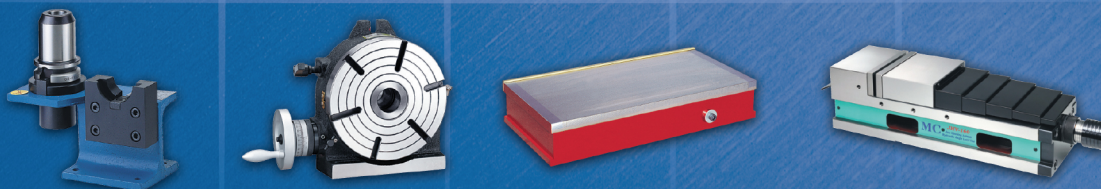
Расточные системы



Режущий инструмент



Аксессуары



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



МЕГАТУЛС
МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ



ФРЕЗЫ МОДУЛЬНЫЕ ЧЕРВЯЧНЫЕ

ФРЕЗЫ МОДУЛЬНЫЕ ДИСКОВЫЕ

СПЕЦИАЛЬНЫЙ ЗУБОНАРЕЗНОЙ ИНСТРУМЕНТ

ПРОЧИЙ СПЕЦИАЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

ДОЛБЯКИ



**Инструмент производится на заказ
в соответствии с чертежами/требованиями заказчика.**

197341, Санкт-Петербург, Коломяжский пр., 33

Тел.: (812) 633-07-17

Факс: (812) 633-07-18

e-mail: info@megatools.ru

www.megatools.ru

www.мегатулс.рф

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

	НОВОСТИ / NEWS	4
	Открыт новый чешско-российский учебный центр металлообработки / The new Czech-Russian training center of metalworking is open	7
	МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ / METALCUTTING EQUIPMENT	9
	Российское станкостроение – есть что предложить / The Russian machine-tool industry – has much to offer	10
	Вектор развития российского инжиниринга / Vector of development of the Russian Engineering	14
	Шестиосевая КИМ позволяет сократить время и средства на технологическую подготовку и не только / Six-axial CMM allows to save time and money for technological preparation and not only	20
	Технология зубохонингования цилиндрических колес / Technology of a gear-tooth honing of cylindrical gears	22
	CAM-система – история внедрения в различных производствах / CAM (Computer-Aided Manufacturing)-system – introduction history in various productions	30
	ТЕРМООБРАБОТКА И СВАРКА / HEAT TREATMENT AND WELDING	32
	Плазменная закалка различных материалов – технология и результаты применения на конкретных примерах / Plasma hardening of various materials – technology and results of application on concrete examples	32
	Сварка трением с перемешиванием – эффективное соединение конструкций различной геометрии / Friction welding hashing – effective of construction joints of different geometry	38
	ИНСТРУМЕНТ. ОСНАСТКА. КОМПЛЕКТУЮЩИЕ / TOOL. RIG. ACCESSORIES	45
	Оснащение станков высококачественным инструментом и оснасткой / Equipment of machines by the high-quality tools and tooling	45
	ВЫСТАВКИ / EXHIBITIONS	46

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

КОНСУЛЬТАНТ
В.М. Макаров
consult-ritm@mail.ru

АДРЕС
125190, Москва, а/я 31
т/ф (499) 55-9999-8 (многоканальный)
e-mail: ritm@gardemash.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.

ПОДПИСКА НА РИТМ

ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ПОДПИСКА **БЕСПЛАТНАЯ!**

АНКЕТА ПОДПИСЧИКА

Ф.И.О. _____

Предприятие _____

Должность _____

Адрес доставки с индексом _____

Тел.: e-mail:

Виды деятельности предприятия: _____

Редакция журнала РИТМ (499) 55-9999-8

2014

Дорогие друзья и коллеги!

*Примите наши самые теплые
поздравления с Новым Годом!*

*Пусть 2014 год принесет Вам
благополучие и удачу, много
радостных дней и новых
профессиональных успехов!*

*Желаем Вам стабильности,
процветания и реализации всех
идей и планов!*

*Крепкого здоровья, счастья и всего
самого доброго Вам и Вашим
близким!*

НТО "ИРЭ-Полюс"

Россия, 141190, Московская обл., г. Фрязино,
пл. им. Академика Б.А. Введенского, д.1, стр.3
тел. (496) 255-74-46 факс (496) 255-74-48
mail@ntoire-polus.ru www.ntoire-polus.ru



ИННОВАЦИОННОЕ ОТЕЧЕСТВЕННОЕ СТАНКОСТРОЕНИЕ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОМУ КОМПЛЕКСУ

29 октября во время выставки «Технофорум» в ЦВК «Экспоцентр» прошла конференция, организованная Ассоциацией Станкоинструмент и ОАО «Станкопром» «Перспективные технологии и разработки высокотехнологичного наукоемкого оборудования предприятий станкоинструментальной отрасли, отвечающие задачам реализации ФЦП «Развитие оборонно-промышленного комплекса РФ на 2011–2020 гг.». Мероприятие собрало более 100 посетителей и вызвало огромный интерес.

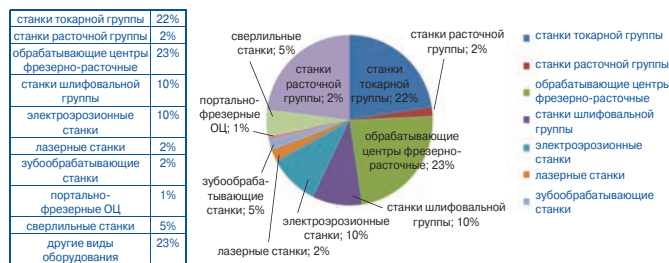
На конференции выступали — президент Ассоциации Станкоинструмент Г.В. Самодуров, зам. генерального директора ОАО «Станкопром» В.В. Серебрянный, директора, представители предприятий: «ВНИИИНСТРУМЕНТ», ОАО «Седин», ОАО «САСТА», «Компания РИТС», «ЧелябНИИконтроль», НПО «Станкостроение» г. Стерлитамак, УК холдинга «Белстанкоинструмент»-МЗОР» и др.

Наибольший интерес вызвал доклад президента ассоциации «Станкоинструмент» Г.В. Самодурова о работе по реализации постановления Правительства № 56 от 07.02.2011 г., которое призвано обеспечивать взаимодействие предприятий станкостроительной отрасли и ВПК. Постановление вводит определенные ограничения на поставку импортной продукции на предприятия, работающие на нужды безопасности страны при наличии российских аналогов оборудования.

Освоение программы перевооружения предприятий ОПК создает колоссальные условия для развития внутреннего рынка потребления МО, пик которого ожидается на 2015–2017 гг. Однако, без соответствующей подготовки и при отсутствии системного подхода выполнить это невозможно. Необходимо создание условий для динамичного развития отечественного станкостроения.

И здесь на помощь производителям станков призвано прийти постановление № 56. Однако именно оно в некоторой степени обостряет взаимоотношения между станкостроителями и предприятиями ОПК. Слышны заявления о том, что оно не только не помогает, а сдерживает перевооружение предприятий. В Ассоциации «Станкоинструмент» сконцентрирована большая информация о том, что нужно заводам ВПК и что они реально приобретают. Статистика свидетельствует — продолжается бессистемная закупка оборудования.

Структура заявок на оборудование от ОПК в соответствии с постановлением Правительства № 56 от 07.02.2011 г.

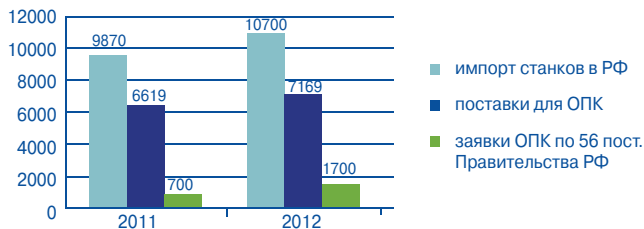


От всех поступающих заявок 10% составляют 5-ти координатные обрабатывающие центры, 20% - 3-х координатные ОЦ, 35% - оборудование с ЧПУ и около 35% универсальное оборудование.

На российском рынке поставщиков МО для предприятий ВПК работает порядка 270 организаций, из которых 15 обеспечивают 70–75% всех заявок. А остальные 70% из числа дилеров поставляют по 1–2 единицы оборудования в год в обход 56 постановления. Здесь кроется другая опасность, заключающаяся в том, что на предприятия ВПК допущены фирмы-однодневки, которые, как правило, не обеспечивают необходимых гарантий или сервисную поддержку, не решают технологические проблемы при создании новых образцов продукции. В этом проявляется местничковый интерес, как предприятия, так и поставщика оборудования. Поста-

новление № 56 призвано убрать таких поставщиков с рынка. Приведенная статистика показывает — документ не отсекает поставку импортного оборудования, он отсекает низкий по техническому уровню и качеству товар, то есть создает условия по поставке современного высокотехнологичного наукоемкого оборудования. Рабочая группа Ассоциации в 60–65% запросов рекомендует выдачу разрешения на ввоз оборудования, и только в 30–35% принимаются решения о наличии российских аналогов. Таким образом, документ работает и защищает отечественного производителя. Анализ всех заявок, поступающих от заводов ВПК, подтверждает — нам нужен рынок, чтобы отрасль имела динамику развития. А сейчас, из 7 000 оборудования, поступившего на предприятия оборонно-промышленного комплекса, через механизм 56 постановления прошло только 1700 ед.

Соотношение объема импорта МО и количества заявок по постановлению Правительства № 56 от 07.02.2011 г.



Еще одна проблема, с которой приходится сталкиваться — импортные станки выдаются за отечественные. Схема такова: на складах СП зарубежным машинам присваивается внутренний номер, сертификат на станок покупается и оборудование выдается как сделанное в России. Планируется, что в начале 2014 года в силу вступит положение, регламентирующее страну производителя оборудования.

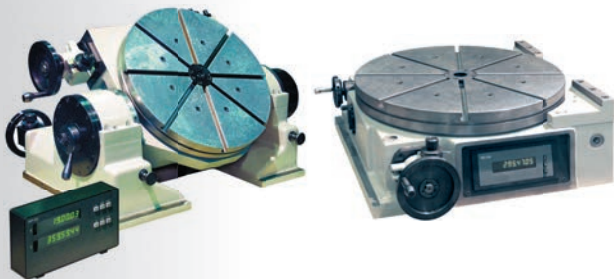
24 июля этого года прошло расширенное совещание под руководством председателя Правительства РФ Д.А. Медведева, посвященное развитию станкоинструментальной отрасли. Председатель правительства обратился к предприятиям с жестким требованием незамедлительной организации выполнения постановления № 56.

Европейское сообщество ввело ограничения на поставку в Россию высокотехнологичного оборудования: «Оборудование, которое относится к группе товаров контролируемого экспорта в отношении предприятий и попадает под действие контрольного списка Европейского союза по урегулированию экспорта товаров и технологий двойного назначения» — последняя версия была принята 19 апреля 2012 года. В этот список входят: токарное оборудование с точностью позиционирования < 6 мкм; шлифовальное, обладающее любой из следующих характеристик — точность позиционирования менее 4 мкм, три и более оси, которые могут быть одновременно скоординированы для контурного управления; станки для сверления глубоких отверстий, обеспечивающие максимальную глубину 5 000 мм и специально разработанные для них компоненты; управляемые ЧПУ машины контроля размеров с погрешностью измерения длины по трем осям, 7 мкм на длине 1 000 мм; бесконтактные измерительные системы с разрешающей способностью 0,2 мкм при диапазоне измерений 0,3 мм. Этот список довольно обширный и содержит много позиций, в том числе по комплектующим изделиям. Для российских станкостроителей это дополнительная информация для активизации работы по НИОКРам и созданию высокотехнологичного оборудования.

Это важная информация позволит проводить активную работу по созданию кооперационных производств и совместных предприятий, которые будут способствовать развитию и поднятию технического уровня отечественного станкостроения.

НАКЛАДНЫЕ ПОВОРОТНЫЕ СТОЛЫ

особо высокой точности. Универсальные, кантуемые и простые. Диаметр планшайбы от 300 мм до 1000 мм, с цифровой индикацией и с управлением от УЧПУ



ПОЛУАВТОМАТЫ ОТДЕЛОЧНО-РАСТОЧНЫЕ

специальные высокой точности одно- и двухсторонние для финишного точения, растачивания, подрезки торцов, врезки канавок в корпусных и симметричных деталях



ПРИВОДНЫЕ И ЭЛЕКТРОСПИНДЕЛИ ВЫСОКОЙ ТОЧНОСТИ

Широкая гамма типоразмеров для отечественного и импортного металлообрабатывающего оборудования



КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ И ГЛУБОКАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ

координатно-расточных станков и накладных поворотных столов



СКР – 400, СКР-400М

Станки координатно-расточные многоцелевые особо высокой точности с УЧПУ.
Размер стола 800 x 400 мм



АЭРОШЛИФ – 400

Станки координатно-шлифовальные особо высокой точности с УЧПУ.
7 управляемых координат.
Размер стола 800 x 400 мм

ТОЧНОСТЬ – ПУТЬ, КОТОРЫЙ МЫ ВЫБРАЛИ

443022, г. Самара, ул. XXII Партсъезда, 7а
Тел. (846) 955-30-83, тел./факс (846) 992-69-84

e-mail: stan@samara.ru
www.stan-samara.ru



ОБНОВЛЕНИЕ ОТ SIC MARKING

Компания SIC Marking с января 2014 года обновляет линейку производимой маркировочной продукции. Обновление коснулось практически всех представленных в России серий продукции. Так, модифицированная и усовершенствованная серия контроллера e10 оснащена цветным экраном и USB-портом на передней панели. Аппарат обладает новой функцией самодиагностики, а его память позволяет хранить всю историю проводившихся маркировок. Контроллер полностью совместим со всеми предыдущими типами маркировочного оборудования SIC Marking и позволяет наносить цифробуквенную маркировку, логотипы, рисунки, 2D-коды.

Также будет выпущен портативный контроллер серии e10R в компактном исполнении и со всеми вышеперечисленными функциями.

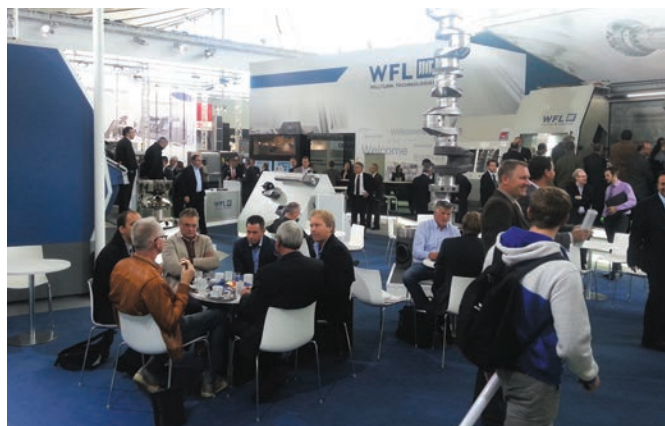
Портативный аппарат для ударно-точечной маркировки серии P122 заменен на пистолет серии P123 с новым эргономичным дизайном и улучшенной балансировкой.



Кроме того, выпущено новое интегрируемое оборудование серии I83. Данная серия была разработана, чтобы облегчить интеграцию в автоматические линии за счет: уменьшения количества кабелей, нового типа разъема и внутренней архитектуры.

Серьезные изменения затронули линейку лазерного маркировочного оборудования SIC Marking. Вместо стационарного маркировочного аппарата серии c173lg выходит новый аппарат L-Vox, оснащенный новым типом контроллера, с эргономичным дизайном, который позволяет иметь доступ к обрабатываемой детали с трех сторон. Ось вращения для обработки цилиндрических деталей будет поставляться в комплекте с аппаратом.

www.umpgroup.ru



НОВИНКИ ОТ WFL

На выставке EMO Hannover компания WFL представила сразу несколько новинок. Новое поколение обрабатывающих центров M80 Millturn изобилует инновативными решениями. ОЦ оснащены токарно-сверлильно-фрезерной головкой (макс. 58 кВт), шпиндельной бабкой с высокоточной прямой измерительной системой и салазками с массивными линейными направляющими, устройством смены инструмента нового типа. Все варианты исполнения новых станков серии 80 предусматривают максимальное межцентровое расстояние 6000 мм; станок можно оснащать противошпинделем. На практике удается достигать 10-кратного объема снятия стружки в сравнении с обычными токарно-фрезерными центрами подобного размера.

Еще одной инновационной разработкой специалистов WFL стала ось U для станка M40 Millturn/3000 мм, которая позволяет применять подрезные головки с ЧПУ и для этого типоразмера станков. Несоосные контуры теперь можно обрабатывать с высочайшей точностью и без прерывания проходов. Эта система с осью U обеспечивает и электроснабжение и передачу данных методом индукции, что позволяет полностью отказаться от применения ненадежных электрических штекерных разъемов.

На стенде WFL были представлены и другие новинки, которые вызвали большой интерес посетителей выставки.

НОВЫЕ ИЗДАНИЯ!

Для инженерно-технических работников машиностроительных предприятий, студентов и аспирантов.

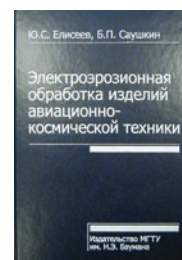


Электрохимическая обработка изделий авиационно-космической техники: Учебное пособие для ВУЗов / Под ред. проф. Б.П. Саушкина – М: Издательство ФОРУМ, 2013. – 480 с.



Научно-технические основы машиностроительного производства: Физико-химические методы и технологии – Учеб. пособие для ВУЗов / Под ред. Б.П. Саушкина. – Москва: Издательство ФОРУМ, 2013. — 928 с.

С единых методологических позиций рассматриваются технологические проблемы и перспективы развития таких видов обработки материалов, как электроэрозионная, электрохимическая, химическая, лазерная, электронно-лучевая, плазменная, фрикционная, ультразвуковая, водоструйная, гидроабразивная, а также комбинированных методов воздействия на материал.



Электроэрозионная обработка изделий авиационно-космической техники: / Под ред. проф. Б.П. Саушкина – М: Издательство МГТУ им. Н.Баумана, 2010. – 428 с.

По вопросам приобретения книг обращаться в Межбиблиотечный коллектор (г. Москва) или по e-mail: sbp47@mail.ru



КОМПАНИЯ «ПРАМЕТ» ОТКРЫЛА В МОСКВЕ УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР

Компания «Прамет» представлена на российском рынке с 1996 года и стала за это время одной из ведущих фирм-поставщиков металлорежущего инструмента, располагающей развитой сетью региональных представительств и дистрибуторов. И это не случайно, ведь Россия является одним из ключевых рынков для компании.

В своей работе «Прамет» уделяет особое внимание технической поддержке клиентов и решению сложных технологических задач. Это требует постоянного повышения квалификации своих сотрудников, специалистов дистрибуторов и конечных пользователей. В декабре 2013 года компания сделала качественный шаг на пути к своей цели, открыв собственный Учебный центр на территории России. Руководство «Прамет» уверено, что данные инвестиции будут способствовать еще большему развитию компании на российском рынке.

В учебном центре будут проводиться регулярные семинары по новым продуктам компании и технологиям металлообработки. Компания «Прамет» придает большое значение информированию и обучению, так как это позволяет заказчикам увеличить эффективность процессов обработки на своих предприятиях, снизить затраты, и в конечном итоге, повысить прибыльность и конкурентоспособность российской промышленности.

На сегодняшний день в Учебном центре «Прамет» имеются: демонстрационный зал с оборудованием, аудитория, рассчитанная на 25–35 слушателей, и выставочный зал, где представлены новейшие инструменты компании. Демонстрационный зал оснащен самым современным оборудованием: фрезерный станок с ЧПУ MCV 1000 Power, токарный станок с ЧПУ SP430 MC, производства фирмы Kovosvit (Чехия), а также токарный станок 16K20 отечественного производства.

Мероприятие по открытию Учебного центра, которое состоялось 4 декабря 2013 года в представительстве Прамет в Москве, посетили более 40 представителей дистрибуторов и заказчиков из Москвы, регионов России и стран СНГ, а также научные работники ведущих технических вузов Москвы. Присутствовавшие на торжественной церемонии президент компании «Прамет» — Петр Бенеш и глава экономического отдела Посольства республики Чехия в России — Мартин Башта выразили уверенность в том, что учебный центр будет способствовать продвижению продукции «Прамет» на территории стран СНГ и укреплению экономических взаимосвязей Чехии и России.



ООО «Прамет»
105082, г. Москва, ул. Бакунинская, 92 стр.5
Тел. + 7 (495) 775 10 28
e-mail: pramet.info.ru@pramet.com
сайт: www.pramet.ru



Торжественная церемония открытия Учебного центра Прамет: Петр Бенеш, президент Pramet Tools и Мартин Башта, представитель посольства Чехии



Президент Pramet Tools Петр Бенеш с генеральным директором Прамет Москва и региональными представителями



Выступления в аудитории Учебного центра Прамет



КНИГА ОТЗЫВОВ

Сварщики Мостоотряда-10 уже не первый год пользуются газосварочным оборудованием повышенной надежности марки «Норд-С» производства Механического завода «Сталь» (г. Воронеж). Использование газовых резаков Норд-С позволяет существенно сэкономить горючий газ и кислород. Резаки отличаются надежностью и взрывобезопасностью. Благодаря газопламенной аппаратуре Норд-С сварщики нашего Мостоотряда защищены от возникновения «обратного удара». Также хотелось бы отметить ремонтпригодность резаков Норд-С. Все запасные комплектующие к резакам поставляются в максимально сжатые сроки.

За годы сотрудничества Механический завод «Сталь» зарекомендовал себя как надежный поставщик и партнер. Аппаратура Норд-С — это оптимальное соотношение цена/качество.

**А. О. Летка, главный сварщик
РТФ «Мостоотряд-10»
филиал ОАО «Мостотрест»**

С ЮБИЛЕЕМ!

8 января исполняется 60 лет президенту Ассоциации производителей станкоинструментальной продукции «Станкоинструмент» Георгию Васильевичу Самодурову.

На протяжении многих лет Георгий Васильевич занимает активную позицию в решении вопросов, касающихся поддержки и развития станкоинструментальной промышленности России. Во многом, благодаря усилиям Ассоциации и лично Георгия Васильевича, удалось не только привлечь внимание руководства страны к проблемам отрасли, но и добиться конкретных шагов по их решению.

Деятельность Георгия Васильевича всегда была связана со станкоинструментальной отраслью. В 1976 году он окончил Ростовский институт сельскохозяйственного машиностроения по специальности "технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты". В 1982 году окончил Московский институт управления, факультет организаторов промышленного производства. В 1998 году — Академию народного хозяйства. После окончания института работал на Азовском ПО по выпуску КПО «Донпрессмаш» сначала мастером, затем старшим мастером, начальником участка, начальником механического, сборочного цехов, заместителем начальника производства, начальником сборочного цеха; заместителем главного инженера, генеральным директором Азовского ОАО "Донпрессмаш". В 2002 году был избран председателем Совета директоров ОАО "Донпрессмаш", в 2003 — вице-президентом Ассоциации "Станкоинструмент". Президентом Ассоциации был избран в 2004.

Редакция журнала РИТМ сердечно поздравляет Георгия Васильевича с юбилеем и желает сил, терпения и удачи в достижении поставленных целей на благо станкоинструментальной отрасли, а также крепкого здоровья и процветания.



ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ИНТЕРЕСЫ

Сразу две встречи в формате делового клуба по профессиональным интересам провел Московский межотраслевой альянс главных сварщиков и главных специалистов по резке и металлообработке. 30 октября в рамках выставки MASHEX 2013 и 13 ноября во время выставки «Металл Экспо-2013» прозвучали следующие сообщения.

Состояние и перспективы развития машиностроительной промышленности в России — МГМУ МАМИ.

Новейшее сварочное оборудование и последние достижения в области автоматизации и роботизации технологических процессов — Г. С. Попов, компания «Рутектор».

Высокопроизводительное оборудование производства Orbitalum Tools для обрезки, обработки, снятия фасок и орбитальной сварки труб, в том числе из тонкостенной нержавеющей стали — Д. Е. Долбежов, компания «Технопайп».

Вспомогательное сварочное оборудование «Элмид –Техно» (универсальный сварочный стол, зажимы, прижимы, кантователи, манипуляторы, вращатели, средства защиты и т. д.).

Реализация преимуществ плазменной сварки на оборудовании SBI (Австрия) — Д. Ю. Петров, компания «АВГ Технологии».

Открытие в г. Электросталь участка правки, рубки на мерные длины и для рядной намотки различных сплавов, сварочных проволок российского производства. Высококачественные сварочные аксессуары индийского производства под маркой российского предприятия «ЭСВЭЛД». Автоматизация процессов резки, сварки (наплавки) и напыления — гендиректор ГК «ЭЛСВАР», президент ММАГС, член Совета РНТСО Ю. К. Подкопаев.

Последние разработки ОАО ЦТСС в области автоматизированных и роботизированных лазерных технологий резки и сварки, применяемых при изготовлении крупногабаритных корпусных конструкций размером до 12х12 м, толщиной до 20 и свыше 40 мм — Н. А. Носырев.

Новые конструктивные особенности и технологические возможности оборудования для сварки и пайки водородным генератором OWELD — В. И. Сафонов, главный специалист ООО «ТЦ «Виндэк».

Сравнительная оценка технологических характеристик и экономических показателей электронного луча и лазера при их использовании в качестве сварочных источников энергии — главный сварщик д. т. н. В. Б. Вихман, ОАО ЦНИИМ (С. Петербург).

Перспективные биметаллы для атомного, нефтехимического и судостроительного машиностроения — к. т. н. О. Л. Первухина, ООО «Битруб Интернэшнл».

Новые технологии и оборудование для производства емкостей — А. В. Марецкий, ГК «Robur International».

Современное сварочное оборудование в металлоперерабатывающем и сварочно-заготовительном производстве. Примеры применения в России и зарубежом — А. Смирнов, компания «Линкольн Электрик».

ММАГС (495) 777 9518



SCHUNK

**ПРИШЛО ВРЕМЯ
ЗАДЕЙСТВОВАТЬ
ВСЕ ПИОТЕНЦИАЛ
ВАШЕГО СТАНКА!**

www.ru.schunk.com





**Редукторы
Мотор-редукторы
Регуляторы частоты**

**1 500 000
конструктивных
вариантов**

НОРД Приводы

Москва (495) 351 10 76 sale@europromtech.ru
 Екатеринбург (343) 221 14 23 ekb@nord-ru.com
 Воронеж (4732) 695 941 voronezh@nord-ru.com
 Новосибирск (383) 249 10 82 novosibirsk@nord-ru.com
 Самара (846) 379 40 61 bm@etc-samara.ru
 Краснодар (861) 234 24 08 krasnodar@nord-ru.com
 Минск 8-10-375-17-2907486 belarus@nord-ru.com
 Алма-Ата (727) 394 78 97 erken0480@mail.ru

196084, Россия,
Санкт-Петербург,
ул. Воздухоплавательная, 19
тел./факс (8120 449-12-68,
тел. 449-12-69
info@nord-ru.com

www.nord.com



APOLLO ITALY

ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ ПРЕССЫ

- В НАЛИЧИИ 4 МОДЕЛИ С УСИЛИЕМ ОТ 17 ДО 62 ТОНН.
- ТОЧНОСТЬ ГИБКИ ± 0,02 ММ.
- АВТОМАТИЧЕСКАЯ СМАЗКА НАПРАВЛЯЮЩИХ.
- ШТИФТ ФИКСИРОВАНИЯ ГИБКОГО ПУАНСОНА Ø 65 ММ ОБЕСПЕЧИВАЕТ ЗНАЧИТЕЛЬНУЮ ЖЕСТКОСТЬ.

ИЩЕМ ДИЛЕРОВ
ВО ВСЕХ СТРАНАХ
МИРА

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ, НАДЕЖНЫЕ И ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ.
ПРОИЗВОДИМ ПРЕССЫ УЖЕ БОЛЕЕ 35 ЛЕТ
ТЕЛ. +39 0536-851616
WWW.APOLLOSRL.COM
Э/ПОЧТА: INFO@APOLLOSRL.COM

ЛАЗЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РЕЗКИ

На основе твердотельных лазеров
ЛТК ТЕГРА-500P, -750P



Мощность лазера 500 и 750 Вт
Поле раскроя – 1,5x2,5 м
Точность – не хуже 0,1 мм

ТЕГРА-500P режет любую металл толщиной до 6 мм, цена 3,15 млн руб.

ТЕГРА-750P режет с воздушным поддувом сталь толщиной до 10-11 мм

На основе волоконных лазеров
ЛТК ТЕИР-400, 700, 1000



Скоростной раскрой черного металла и сталей

	Толщ. 1,2 мм	Толщ. 2 мм	Мах толщ.
ТЕИР-400:	7 м/мин	4 м/мин	4 мм
ТЕИР-700:	10 м/мин	6 м/мин	8 мм
ТЕИР-1000:	16 м/мин	8 м/мин	12 мм

Самая популярная модель, цена 5,8 млн руб.

Новая разработка **ЛТК-ТЕИР-150/1500**
на основе импульсного волоконного лазера

Скорости реза при воздушном продуве сопла

Материал	Толщина, мм	Скорость реза, мм/мин
Сталь (черная/нерж.)	0,5	6000
	1,0	3000
	5,0	150
Алюминиевые сплавы	0,5	4000
	4,0	200
Медь	1,5	300
	2,0	100
Латунь	0,2	2500

поле раскроя – 0,8x0,8 м
точность – до 0,03 мм
ширина реза – 0,05 мм



ООО Научно-производственная фирма ТЕТА
109651, Москва, ул. Перерва, д. 1
Тел./факс (499) 357-80-41, (916) 601-60-36
www.tetalaser.ru, e-mail: Teta-laser@mail.ru

ПОДДЕРЖИМ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СТАНКОСТРОИТЕЛЕЙ

17 октября в рамках деловой программы выставки «Станкостроение-2013» журнал РИТМ провел конференцию «Сделано у нас: станки и инструмент», продолжая проект по поддержке российских производителей.

В мероприятии приняли участие технические специалисты российских заводов и фирм, производящих станочное оборудование и оснастку — тех предприятий, которые работают в непростых условиях, предлагают оригинальные конкурентоспособные разработки, не уступающие по качеству импортным аналогам, но при этом более привлекательные по цене.

Выступающие показали возможности своих предприятий, представили различные группы оборудования, а также поделились опытом внедрения новых технологий на машиностроительных производствах для различных технических задач.



▲ Михаил Васильевич Кожурин, Савеловский машиностроительный завод



▲ Владимир Михайлович Макаров, ООО «Самоточка»



Василий Кузнецов, ООО НПК «Дельта-тест» ▶



▲ Владимир Эрнестович Ламбусов, Станкозавод «ТБС»

◀ Юрий Николаевич Черномазов, ОАО «ИЗТС»

Перспективная разработка **Савеловского машиностроительного завода** — вертикально-фрезерные станки с ЧПУ, выпускаются в двух комплектациях: ФП-27 ТС/37 ТС для фрезерования деталей сложной конфигурации из титана и труднообрабатываемых жаропрочных сплавов и ФПЛ-7/17 для высокопроизводительной обработки деталей из легких сплавов с большими объемами снимаемой стружки. Новое направление — лицензионная сборка швейцарского оборудования: электроэрозионного, фрезерного и ОЦ фирмы AgiCharmilles, модульного высокоавтоматизированного оборудования для термообработки фирмы CODERE SA с последующей локализацией производства в России.

Горизонтально-расточные станки и обрабатывающие центры **Ивановского завода тяжелого станкостроения** предлагаются в широком диапазоне по габаритным размерам и массе обрабатываемых деталей — размеры столов от 500x500 мм до 2900x3500 мм, в том числе высокоскоростные ОЦ для особо сложных корпусных деталей из любых конструкционных материалов с высокими производительностью, точностью, степенью автоматизации.

6-ти осевая координатно-измерительная машина **ООО «Лапик»** позволяет измерить параметры глубоких наклонных отверстий с внутренними протоками; мелко модульных деталей, например, прецизионных мелкоконструктурных поверхностей, в том числе контроль зубчатых колес с модулем 0.2; осуществить измерение как базовых, так и рабочих поверхностей за один установ.

В номенклатуре **Станкозавода «ТБС»** обрабатывающие центры с ЧПУ, расточные, копировально-фрезерные станки. Акцент в выступлении был сделан на проверенном временем решении — тяжелых обрабатывающих центрах ПР522 Ф4/МФ4, предлагаемых в рамках импортозамещения.

НПК «Дельта-тест» прочно заняла свою нишу недорогих малогабаритных проволочно-вырезных станков, достигая приемлемой стоимости за счет унификации модельного ряда и применения типовых решений по электронике и механике.

Эконом вариант гравировально-фрезерных станков с ЧПУ предлагает своим клиентам **СК «Роутер»**. Оборудование востребовано не только малым и средним бизнесом, но и разгружает высокотехнологичное оборудование на крупных предприятиях.

Зубошлифовальные станки нового поколения мехатронного типа мод. СК800...1600

ООО «Самоточка» предназначены для профильного



▲ Игорь Викторович Белицкий, ООО «Лапик»



▲ Дмитрий Востриков, ОАО «СКБ ИС»



▲ Юрий Сергеевич Тараркин, Георгий Арутюнович Булдукян, ООО «Мехатроника»

ОПТИМАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ШИРОКОГО КРУГА ЗАДАЧ



CUT 30 P

(проволочно-вырезной)

- простая и надежная система автозаправки
- свободная загрузка и выгрузка до 1000 кг
- электромеханическая защита от столкновений по осям X, Y, Z
- простой и удобный графический интерфейс пользователя
- архитектура "все в одном"
- низкие эксплуатационные расходы
- технологии, ориентированные на скоростную обработку
- превосходные параметры производительности генератора

DRILL 300

(сверлильный)

- высокопроизводительный цифровой генератор
- компенсация износа электрода, определение выхода насквозь, контроль цилиндричности
- автоматическая смена электродов
- опционально: наклонная голова $\pm 45^\circ$, шестиосевая конфигурация, автосменщик электродов/направляющих
- сенсорный ЖК экран, автоматическая обработка нескольких отверстий, привязка, импорт данных через USB, LAN
- система AC CAM DRILL, импорт DXF/DWG/TXT и ISO-файлов
- технологии для широкого спектра материалов, встроенный автотехнолог
- использование обычной водопроводной воды в качестве рабочей жидкости



FORM 30

(прошивочный)

- самый компактный станок в классе
- цифровой генератор с максимальным током 140А
- автотехнолог с широкой базой данных
- возможность 3D орбитальной обработки
- технология IQ в базовой комплектации
- нулевой износ электрода
- легкая в освоении и использовании система управления HMI



шлифования винтовых поверхностей зубьев цилиндрических колес и червяков. Выполнены на основе комплектующих зарубежных производителей и содержат наукоемкие решения, в т.ч. программу собственной разработки по оптимальному управлению циклом, реализуют маятниковую технологию, снижающую требования к шлифовальным кругам по "прижогам", обеспечивают 3–4 степень точности колес.

Направлениями развития станкозавода «САСТА» на нынешнем этапе являются: производство высокоточных станков с ЧПУ, специальных токарных станков с обработкой технологических процессов «под ключ», зубофрезерных станков.

ЗАО "Липецкий станкозавод "Возрождение" специализируется на выпуске плоскошлифовальных станков как универсальных, так с системами ЧПУ, с прямоугольным или круглым столом. Осваивается выпуск внутришлифовальных и круглошлифовальных станков. Начато производство станков глубинного шлифования, оборудования для испытания абразивных кругов.

Среди продукции **ОАО «СКБ-ИС»** линейные и угловые преобразователи, компьютерные платы и контроллеры, устройства цифровой индикации. Модульная недорогая универсальная система программно-позиционного управления ЛИР-581 подходит как для простых металлорежущих или деревообрабатывающих станков, так и для транспортеров или промышленных механизмов.

Направления работы малого инновационного предприятия **ООО «Мехатроника»** — полный цикл создания комплектных цифровых систем управления MNC-400D и MCN-800 DC, а также электроприводов для различных типов металлообрабатывающего оборудования.

Особенно хотелось бы отметить участие в конференции делегации **ФГУП "НПО "Техномаш"**. Представители организации сделали доклады по ультразвуковой размерной 3d обработке непроводящих материалов, размерной обработке керамических изделий методом плазменной металлургии, по решению задачи удаления дефектного слоя после электроэрозионной обработки при помощи электрохимического метода. Технологии реализованы в оборудовании и оснастке.

Михаил Иосифович Брайловский, ▶
ООО "Коломнаспецстанок"



▲ Грант Левонович Хачатрян, Р. Агамальян,
ООО "РОАР"



▲ Артем Игоревич Опальников,
ФГУП "НПО "Техномаш"



▲ Анатолий Львович Лукьянов,
ЗАО "Липецкий станкозавод "Возрождения"



▲ Алексей Борисович Соколов,
ОАО "САСТА"



▲ Борис Петрович Саушкин,
ФГУП "НПО "Техномаш"



▲ Андрей Александрович Воскобойник, ▲
ООО "Коломнаспецстанок"



▶ Игорь Валерьевич Краснобаев,
ООО СК "Роутер"

Разработки, проводимые на **ООО "Коломнаспецстанок"**, показали, что использование композитных материалов при производстве базовых деталей станочного оборудования снижает стоимость изделия в 3–4 раза, позволяет получать элементы высокой жесткости, причем не столько за счет свойств самих материалов, сколько за счет конструктивных особенностей. Жесткостные и прочностные параметры возможно регулировать по расчету. Работы реализованы в производстве специальных станков компании.

Продукция **компании «РАОР»** сегодня включает в себя последние достижения в области управления пламенем для выполнения сварочных работ и резки металла, что снижает затраты использования аппаратуры и повышает ее безопасность. Продемонстрированный во время выступления ролик из области сопротивления производимых компанией резаков РСТ обратному удару практически из серии «на другом оборудовании повторять нельзя». Новое направление компании — водородно-кислородная резка смесью сверхнизкого давления. С 2014 года установка получения электролизной смеси будет запущена в серию.

Докладчики говорили и о судьбе отечественного станкостроения, проблемах в работе, в частности о появлении большого количества дешевых китайских станков под российской маркой, о том, что выпуск станков, не имеющих российской локации производства, — это один из путей уничтожения российского станкостроения. Также были отмечены и преимущества работы с отечественным производителем: доступные демонстрационные залы, общение на русском языке, готовность решать задачи клиента, качественные сервис и техподдержка.

В общей сложности конференцию посетили более 70 технических специалистов станкостроительных и машиностроительных предприятий. Благодарим всех за активность, за поддержку наших начинаний, за высказанную высокую оценку деятельности журнала в области информационного обеспечения отечественного машиностроения.

APOLLO ITALY

АВТОМАТИЧЕСКИЕ ДЫРОПРОБИВНЫЕ СТАНКИ ДЛЯ ТРУБ

- АССОРТИМЕНТ ИЗ 12 МОДЕЛЕЙ, ИМЕЮЩИХ ОТ 1 ДО 4 ДЫРОПРОБИВНЫХ ГОЛОВОК
- БЛАГОДАРЯ НАШИМ СТАНКАМ САМЫЕ СЛОЖНЫЕ ОТВЕРСТИЯ СТАНОВЯТСЯ ПРОСТЫМИ И ТОЧНЫМИ
- ПОСЛЕДНЯЯ ВЕРСИЯ СТАНКА TWIN ПОЗВОЛЯЕТ ВЫПОЛНЯТЬ 2 ОТВЕРСТИЯ В СЕКУНДУ

ИЩЕМ ДИЛЕРОВ ВО ВСЕХ СТРАНАХ МИРА

WWW.APOLLOSRL.COM

300 000 ОТВЕРСТИЙ ОДНИМ ПУАНСОНОМ ПРИ ПОКУПКЕ КАЖДОГО ДЫРОПРОБИВНОГО СТАНКА БЕСПЛАТНЫЙ ИНСТРУМЕНТ.

СВЯЖИТЕСЬ С НАМИ, НЕ ТЕРЯЯ ВРЕМЕНИ!
Э/ПОЧТА: info@apollosrl.com Тел. +39-0536-851616

ТехноЛазер

Лазерные станки для раскроя листового проката на основе CO₂-лазеров и волоконных иттербиевых лазеров

Лазеры мощностью
700 Вт – ТЛВ 700
1200 Вт – ТЛВ 1200

Услуги по лазерной резке углеродистой стали, нержавеющей стали, алюминия

140713, Московская обл., г. Шатура, микрорайон Керва, ЦМЦ
Тел./факс: (499) 707-71-52 (многоканальный), (495) 747-97-77
e-mail: technolaser@mail.ru, rezka2000@mail.ru
<http://www.technolaser.biz>, <http://www.technolaser.ru>,
<http://www.laserworks.ru>

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 10мкм): 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-ая координата)

- специальный прошивочный станок АРТА А30 МИКРО для координатной обработки отверстий малых диаметров (100 мкм и менее)
- оптическая визуальная система выверки базирования микро электродов-инструментов

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

ВЕКТОР РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОГО ИНЖИНИРИНГА

Инжиниринг в России — понятие довольно многогранное. Это и инженерное дело, и предоставление на коммерческой основе инженерно-консультационных услуг производственного, коммерческого, научно-технического характера, и модное понятие, объединенное в «дорожной карте» с промышленным дизайном, на которое «Минпромторг» собирается в ближайшие пять лет выделить 5,1 млрд. рублей, а до 2018 года — 32,8 млрд. рублей.

30 октября на конференции «ИНЖИНИРИНГ В МАШИНОСТРОЕНИИ — ЧТО СДЕЛАНО У НАС», организованной журналом РИТМ в рамках выставки Mashex-2013, прежде всего были затронуты вопросы прикладного инжиниринга, действующего здесь и сейчас в рамках перевооружения промышленных предприятий.



В.М. Макаров, ООО «С.А.Партнерство», Д.Л. Сапрыкин, НИИ ЭСТО.

Программу «минимум» при перевооружении обозначил директор департамента технического аудита ООО «С.А.Партнерство», соведущий конференции **Владимир Михайлович Макаров**. Это, прежде всего, решение триады задач: реинжиниринг машиностроительных технологий и бизнес-процессов, поэтапная реновация станочного парка и реструктуризация системы управления предприятием на основе IT-технологий. Положительные результаты для предприятий: обновление продуктовой линейки, совершенствование производства с обеспечением конкурентного преимущества в качестве и цене продукции, завоевание новых ниш рынка.

Как отметил генеральный директор New Line Engineering **Павел Лебедь**, большинство руководителей соглашались, что при самостоятельной модернизации предприятие действует методом точечной замены оборудования; дублирует техпроцессы, которые внедрены и используются десятки лет; крайне редко проводит НИОКР и модернизирует



А.Х. Тлибеков, ООО «Вебер Инжиниринг»

технологии, крайне редко рассматривает весь проект целиком с проведением аудита и анализа. Т.е. сейчас часто проводится бессистемная модернизация с низкой эффективностью отдачи инвестиций.

Системная или «проектная» модернизация, по мнению главного инженера проектов **Алексея Хабиевича Тлибекова**, ООО «Вебер Инжиниринг», предполагает два аспекта: анализ существующего производства, стоящих перед ним задач, а также знание современных технологий и умение их использовать. Предприятие получает: снижение себестоимости продукции, повышение производительности, качества изделий, обоснованные и оптимальные инвестиции. Любой новый проект компания начинает с изучения архива документации по технологическому управлению предприятием: чертежей изделий и технологий. На основе этой информации создаются конструкторско-технологические базы деталей, под обработку которых по техническим характеристикам выбирается оборудование и разрабатываются маршрутно-технологические процессы. Количество оборудования, их планировочные решения рассчитываются по всей номенклатуре изделий предприятия-заказчика с помощью собственных программных разработок, что позволяет избежать ошибок проектирования. По результатам заказчик получает технические, экономические показатели и планировочные решения. Бытует мнение, что инжиниринг — это бесплатное приложение при закупке станков — отмечает Алексей Хабиевич. «Мы так и начинали работать, но довольно быстро поняли, что это отдельный комплекс задач за отдельные деньги, с отдельной ответственностью».



Участники конференции

Итак, в чем же преимущества инжиниринговых компаний? Они занимаются проектом обособлено с начала и до конца, не отвлекаясь на текущие производственные задачи, имеют прописанные в договоре функции и ответственности, которых зачастую нет у представителей завода, имеют опыт ведения проектов, из которого родились свои ноу-хау, методики и процедуры внедрения нововведений.

Какой типовой перечень услуг предлагают инжиниринговые компании: технологический аудит бизнес-процессов, производственный консалтинг, независимая экспертиза технических решений и их проектно-инженерная проработка, разработка бизнес-плана, технологических разделов инвестиционных проектов и программ развития предприятий, обоснование инвестиций, подготовка ТЭО, аналитические исследования, технологический маркетинг и формирование концепций конкурентоспособности.

Выступающие показали различные стороны инжиниринга.

В.М. Макаров рассказал о корпоративно-кооперационном аудите оборонного холдинга — предложенной реструктуризации предприятия ВПК, когда целью работы было выявление причинно-следственных связей и критических

Лазерное технологическое оборудование от крупнейшего российского производителя.

Разработка, изготовление, сервис.

Новые серии-2013. Оборудование для сварки и размерной обработки.

ЛТСК4 – силовая производительная прецизионная сварка.

Технологический сварочный комплекс ЛТСК4 предназначен для прецизионной "силовой" автоматизированной производительной (до 5 м/мин) сварки крупногабаритных деталей. Выполнен на базе консольной конструкции и координатной системы на основе двигателей прямого привода (линейных двигателей), оснащен волоконным иттербиевым лазером мощностью 2–4 кВт.



МЛК4–015.150 – компактное решение для сварки на основе волоконного QCW лазера.

Оснащен Z-манипулятором ходом до 500 мм, автоматизированным XY столом 600*300 мм, вращательным приводом. Воздушное охлаждение. Размещается на площади не более 1,5 кв. м, возможна обработка в вакуумной камере.

МЛД4 – установка двухлучевой (гибридной) сварки.

Автоматизированные лазерные машины для сварки и термообработки. Принципиальное отличие — использование двух различных лазерных источников излучения. Оптическая схема осуществляет сведение лучей от двух лазеров через один фокусирующий объектив и управление пространственно-временными параметрами каждого из пучков отдельно. Это значительно расширяет энергетические возможности системы, позволяет подбирать для каждого материала оптимальные циклограммы нагрева и охлаждения во избежание появления микротрещин, осуществлять релаксацию термонапряжений в процессе обработки.

МЛ45 – пятикоординатная система для 3D обработки.

Прецизионная сварка, наплавка, формообразование объемных деталей – микрообработка, сверление отверстий и т. п. Содержит рабочий стол на базе линейных двигателей, обеспечивающий пять направлений перемещений в заданных режимах: по трем линейным осям в горизонтальной плоскости и вращение по двум осям.



МИКРООБРАБОТКА:

- **МЛ1** – обработка металлов, керамики, кристаллов толщиной 0,5-1 и 2-4 мм с уменьшенной глубиной дефектного слоя.
- **МЛП1 (МЛП1-Микролаб, МЛП1-Пиколаб и МЛП1-Фемтолаб)** – прецизионные машины для микрообработки с повышенной точностью и динамическими возможностями за счет использования линейных двигателей с немагнитным якорем, размещенных на гранитном основании. Лазеры: твердотельный с диодной накачкой, импульсный волоконный, пикосекундный, фемтосекундный.
- **МЛП1-Мультилаб** – лаборатории для исследований, число лазерных источников – до 3. Гранитное основание. Координатный XY стол на линейных двигателях с немагнитным якорем. Гальваносканер.
- **МЛП1-0510** – модели с лазерами видимого диапазона спектра на парах меди. Рекомендуются при необходимости формирования пятна менее 10 мкм, достижения максимального поглощения излучения и минимальной зоны термического влияния.
- **МЛП-15 (СЛС5-150)** – специализированные пятикоординатные 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
- **ЛТСК4** – технологический сварочный комплекс для прецизионной "силовой" автоматизированной производительной (до 5 м/мин) сварки крупногабаритных деталей волоконным лазером мощностью от 2 кВт.

РЕЗКА И РАСКРОЙ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА:

- **МЛ35-ОХХ** – порталные системы с волоконным лазером для производительной и экономичной резки стандартных листов металла толщиной до 20 мм
- **МЛ35-0106** – с CO₂ 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 ТОНКОПЛОЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ:

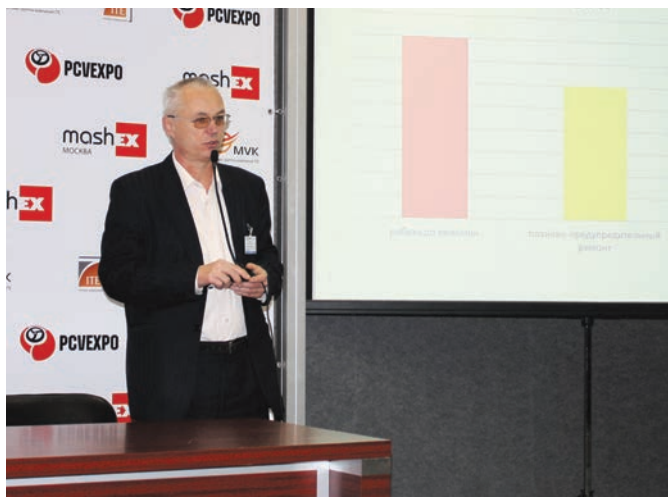
- **МЛ5-1** – системы для ручной подгонки
- **МЛ5-2** – системы для автоматической подгонки
- **МЛ5-3** – автоматизированные системы для ускоренной массовой подгонки с многозондовыми кассетами



А. Седов, «Кука роботикс», П. Лебедь, New Line Engineering

факторов, обуславливающих неэффективность существующей бизнес-системы серийного производства изделий военной техники. В результате был предложен новый вариант взаимодействия головного предприятия и соисполнителей-смежников, оценены риски реструктуризации, построены прогнозы последствий с учетом корпоративных и межкооперационных связей.

П. Лебедь остановился на работе с частным бизнесом по строительству заводов. Масштабы инвестиций в данном случае довольно скромные, но руководство New Line Engineering приняло решение развивать это направление. Во-первых, это помощь малому бизнесу, во-вторых, работа на результат — высокая конкретика поставленной задачи с осуществлением внедрения, предполагающего изготовление конкурентоспособных изделий с себестоимостью, порой, сопоставимой с китайскими. И достигнуть этого можно только за счет тщательного подбора технологии, иногда с использованием собственных разработок для узкого техпроцесса. Например, в настоящий момент компания разрабатывает проект инфраструктуры производства винтовых



Ю.И. Савинов, Отраслевой центр диагностики технологического оборудования ФГУП НПО «Техномаш»

фундаментов опор. Ранее они закупались в Китае, теперь в рамках федеральной целевой программы, производство локализовано в России. Адаптировать китайские технологии в российское производство — дело непростое, поскольку здесь невозможно проектировать техпроцессы на коленках в силу более дорогих кадров, иных климатических условий, требований экологии и т.д. В результате техпроцесс был подготовлен заново и высокие показатели эффективности были достигнуты за счет роботизации.

А. Х. Тлибеков привел показательный пример, когда выбор современных технологий позволяет получить ощутимую эффективность. При перевооружении штамповочного цеха (годовое количество деталей — 3500) оказалось возможным исключить из технологического процесса 50% штампов путем замены: 37% штамповки лазерной обработкой и гибкой (+зачистка после лазерной обработки по необходимости), 10% — изготовлением деталей на гильотинных ножницах, 7% — на координатно-пробивных прессах. Из другого поучительного примера видно, что нельзя «бежать впереди паровоза» — предприятие построило современный цех, а потом заказало технологический проект штамповочного производства, который выявил невостребованность 2/3 площадей.

Евгений Борисович Фролов, Институт конструкторско-технологической информатики РАН (ИКИТИРАН) и **Василий Викторович Крюков**, МГТУ «СТАНКИН», показали, как без вложения значительных средств в новое оборудование, обеспечив оптимальную загрузку имеющегося, можно осуществлять эффективный выпуск необходимой продукции. Например, для малых единичных производств, если не предпринимать никаких управленческих мер, коэффициент использования оборудования не может превысить 0,45 (статистика). Кроме того, при мелкосерийном производстве узкое место в работе станочного парка постоянно «мигрирует». Использование MES-системы позволяет оперативно планировать и управлять производством. Подготовка многовариантных технологических процессов, когда любой станок пред-



В.В. Крюков, МГТУ «СТАНКИН» (слева), Е.Б. Фролов, институт конструкторско-технологической информатики РАН (справа)

ставляется, как совокупность способностей изготовить тот или иной модуль с определенными параметрами: размер, точность, шероховатость и т.д., позволяет сформировать единую «среду исполнения» цеха, управляемого в автоматическом режиме.

Юрий Иванович Савинов, директор Центра отраслевой диагностики технологического оборудования ВГУП НПО «Техномаш» рассказал, как при переходе на современную систему обслуживания оборудования по фактическому состоянию можно получить существенную экономию и гарантированное повышение точности станков. К сожалению, только 5% применяют его, 15% предприятий работают по системе ППР, остальные используют оборудование до поломки. Обслуживание по фактическому состоянию позволяет провести диагностику станков комбинированными безразборными методами. Наиболее информативный из методов — вибродиагностика, позволяет осуществлять практически тотальный контроль станка (468 показателей для токарного). Этот метод не менее актуален и при закупках нового оборудования, особенно из третьих стран. По данным разработчиков, дефекты сборки машиностроительной продукции составляют 60%. Метод начинают использовать и отечественные станкостроительные предприятия для осуществления выходного контроля.

Валерий Станиславович Кирвель, ассистент генерального директора по проектам компании Robur International, привел примеры автоматизации производств металлических дверей. В результате предприятия-заказчики увеличили производительность, обеспечили стабильную воспроизводимость изделий по параметрам качества, усовершенствовали техпроцесс, минимизировали влияние человеческого фактора.



ALFLETH ENGINEERING

**ПОЗДРАВЛЯЕМ С НОВЫМ 2014 ГОДОМ И
ЖЕЛАЕМ СЧАСТЛИВОГО РОЖДЕСТВА!**

ALFLETH Engineering AG

Hardstrasse 4
5600 Lenzburg
Switzerland



Тел.: +41 62 888 70 00
Факс: +41 62 888 70 10
E-Mail: mail@alfleth.com
Internet: www.alfleth.com



АЛЬФЛЕТ Инжиниринг АГ

ул. Тимирязевская 1
127422, Москва
Россия



Тел.: +7 (495) 661 90 57
Факс: +7 (495) 661 90 58
E-Mail: RF@alfleth.ru
Internet: www.alfleth.com

FEHLMANN

Высокопрецизионные
сверлильно-фрезерные
станки, фрезерные
обрабатывающие центры,
в том числе для
высокоскоростной обработки



Высокопроизводительные
фрезерные станки и ОЦ.
Вертикальные порталные
фрезерные станки высокой
жесткости и точности для
высокоскоростной обработки



Токарные автоматы
продольного точения с ЧПУ



Мы с удовольствием
хотим представить Вам
наш новейший
вертикальный
обрабатывающий центр
фирмы FEHLMANN
PICOMAX 75

Ультрапрецизионный и
эргономичный станок,
имеет очень жесткую
конструкцию, а
компактные габариты его
возможности по всем
3/4/5-ти координатам
X-Y-Z и A-C:

600 - 400 - 610 мм
30°/+100° - 0°-360°.
Максимальные скорости
мощных и прецизионных
моторшпинделей
12000/20000/30000 мин⁻¹

100% SWISS MADE!
100% безупречное
качество и надёжность!



Станки для глубокого
сверления

ROSA ERMANDO

Прецизионные плоско- и
профилировальные станки
с ЧПУ



Высокопрецизионные
круглошлифовальные станки
для внутреннего и наружного
шлифования



Высокопрецизионные
координатно-
шлифовальные станки



Круглошлифовальные станки
для внутреннего и наружного
шлифования



Шлифовальные станки с ЧПУ
для изготовления и
затачивания инструмента



Координатно-
измерительные
машины



Высокопрецизионные
токарные станки и
токарно-фрезерные ОЦ



Прецизионные токарные
станки с ЧПУ и
с ручным управлением,
токарные ОЦ



Притирочные,
полировальные и
плоскохонинговальные
станки



РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА АЛЬФЛЕТ ИНЖИНИРИНГ АГ В РОССИИ



ALFLETH Engineering AG
344038 Ростов на Дону,
пр. Ленина 48

Тел.: +7 863 294 94 90
E-Mail: rnd1@alfleth.ru

ALFLETH Engineering AG
198095 С.-Петербург,
ул. Маршала
Говорова 43А, офис 112
Тел.: +7 812 363 43 22
E-Mail: spb1@alfleth.ru

ALFLETH Engineering AG
630003 Новосибирск,
ул. Владимирская
2/1, офис 213
Тел.: +7 383 248 90 40
E-Mail: ns1@alfleth.ru

ALFLETH Engineering AG
603005 Н. Новгород,
ул. Костина 3,
офис 517
Тел.: +7 831 210 90 33
E-Mail: nn1@alfleth.ru

ALFLETH Engineering AG
620014 Екатеринбург,
ул. Чернышевского 16,
офис 507
Тел.: +7 343 380 23 31
E-Mail: ekb1@alfleth.ru

ALFLETH Engineering AG
443008, г. Самара
Тел.: +7 917 108 66 41
www.alfleth.com
E-Mail: sam1@alfleth.ru

Дорофеев Сергей Васильевич, менеджер по продажам ключевым клиентам ООО «Кемпи», представил программное инжиниринговое решение компании в области сварки, когда система ArcQuality осуществляет контроль соблюдения всех технологических процессов сварки и квалификации сварщиков, формирует отчеты о несоответствиях и автоматически собирает данные для документации по управлению качеством.

Все эти инжиниринговые решения помогают российским предприятиям повышать конкурентоспособность. **Так что же нужно сделать, чтобы инжиниринг в России развивался во всех своих проявлениях и базировался на отечественных «мозгах» и проектах?**



В.С. Кирвель, ассистент генерального директора по проектам компания Robur International

ситуация уникально плохая и означает неконкурентоспособность российской экономики. Подобная структура есть только у одной крупной страны — Мексики. Кроме того, он отметил общую мировую тенденцию, когда сильно возросла роль малых и средних высокотехнологических компаний, а, значит, возникла необходимость строить более гибкие и сложные кооперационные отношения. Поэтому и схема инжиниринговых отношений должна расширяться, включая связь между заводом-заказчиком и заводом-производителем оборудования, а также интеграторами, проектировщиками и инжиниринговыми центрами. Процент отечественного оборудования в инжиниринговых проектах должен увеличиваться (эту мысль поддержали практически все выступающие). В свою очередь и госкорпорации должны быть окружены системой выстроенной кооперации, где будут поставщики оборудования и комплектующих, инженерные компании, сервисные центры. Построение такого рода отношений сейчас — это в т.ч. и задача государственной политики.



Б.Д. Дегтярев, ООО "Финвал Инжиниринг"

Интересные цифры, основанные на статистике VDW, проанализировал **Дмитрий Леонидович Сапрыкин**, генеральный директор НИИ ЭСТО, председатель собрания резидентов ОЭЗ «Зеленоград». Российский рынок оборудования является достаточно крупным (восьмой в мире), при этом только около 10% удовлетворяется отечественным производителем (за редким исключением, например, лазерное технологическое оборудование — 30–40%). Эта

Пока же, как отметил **В.М. Макаров**, проводимые государственные мероприятия по развитию инжиниринга для реального промышленного сектора не очень прозрачны.

Создаваемая сеть региональных инжиниринговых центров — это организационная надстройка, сопровождающая денежный поток государственных средств. Но как быстро и в каком объеме результаты значительных финансовых вливаний в техперевооружение и инжиниринг дойдут до реальных производств — весьма волнует предприятия. Настороженность вызывают и проблемы новой терминологии. Даже специалисты инжиниринговых фирм не всегда понимают термины, которые вводят на публичном уровне. Такие новации в терминологии как гринфилд и браунфилд, редевелопмент, бенчмаркинг, фаблабы и джобшопы и даже более известные «консалтинг» и «валидация» плохо воспринимаются, вызывая отторжение интеллектуальных услуг в целом и сопротивление внедрению лучших мировых практик инжиниринга в отечественное машиностроение.



С.В. Дорофеев, ООО «Кемпи»

Но работа по повсеместному внедрению инжиниринга в России уже началась. Развил тему инжиниринговых отношений и задач, озвучив конкретные предложения, **Борис Дмитриевич Дегтярев**, директор инжинирингового центра ООО "Финвал Инжиниринг", председатель подкомиссии технологического проектирования при Союзе машиностроителей России. Среди задач подкомиссии: формирование единых правил и стандартов разработки технологий для всех участников рынка инжиниринговых услуг в машиностроении, создание информационной базы о компетенциях инжиниринговых компаний России, организация аттестации на наличие заявленных компетенций, лоббирование интересов этих компаний, помощь госкорпорациям в выборе надежных партнеров при проведении технологических работ. Кроме того, важно разработать стандарты по техаудиту и подготовить проекты ЕРС/ЕРСМ-контрактов с полной ответственностью за достижение целевых показателей инжинирингового проекта или показателей бизнеса для инвестпроекта. «Минпромторг» готов профинансировать работы по актуализации стандартов. Работы много, и поэтому все заинтересованные специалисты приглашаются к сотрудничеству.

Информация была внимательно выслушана присутствующими, вызвала вопросы, дала пищу для размышлений.

И, здесь возникает, пожалуй, главный вопрос: насколько правомочны и компетентны общественные организации решать вопросы аттестации инжиниринговых структур и формирования «списка» допущенных к техперевооружению предприятий? Регулирование таких рыночных процессов — скорее удел правительственных органов на основе нормативной базы. Хотя, несомненно, «инициативы на местах» важны и призваны ориентировать инженерное сообщество относительно перспектив практического развития инжиниринга в России.

Подводя итоги мероприятия, хотелось бы отметить: интересные инженерные наработки, представленные выступающими; стремление и умение российских специалистов решать сложные вопросы перевооружения; назревшую необходимость в структурировании и объединении сил для формирования рынка инжиниринговых услуг; важность включения конкурентоспособного отечественного оборудования в проекты.

Сверхточная обработка

Совокупность высоких технологий и конструктивных решений MAZAK обеспечивает точность и повторяемость позиционирования минимум в 8 раз точнее требований стандарта ISO.



Размер паллеты	800 мм x 800 мм
Макс. размер заготовки	φ1,450 мм x 1,450 мм
Шпиндель (при 30 мин. цикле)	10 000 об/мин 37кВ (опция: 8 000 об/мин, 16 000 об/мин)

Высокоскоростной горизонтальный обрабатывающий центр сверхточной обработки

μ - 8800

Новое поколение горизонтальных обрабатывающих центров

Большой выбор опциональных шпинделей под разные задачи



HORIZONTAL CENTER
NEXUS 8800-II

Сверхмощный обрабатывающий центр для обработки труднообрабатываемых материалов при тяжелых режимах резания

Высокомоментный шпиндель 1249 Нм



MEGA 8800

ООО «Ямазак Мазак»

117105, РФ, Москва, Варшавское ш., 17, стр. 1
Тел/факс: +7(495)747-49-12 www.mazak.ru

Your Partner for Innovation

Mazak

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ ООО «ЛАПИК» — ОТЛИЧНЫЕ РЕШЕНИЯ

Объективные измерения позволяют корректировать конструкторскую документацию, стабилизировать производство и надежно поддерживать качество продукции. Имея более полное представление о качестве изготавливаемых деталей, можно уверенно расширять или сужать поле допуска, оптимизируя затраты, и, таким образом, обеспечивать преимущество среди конкурентов.

Вот почему с конца прошлого века опорой/камертоном современного машиностроения стали координатно-измерительные машины (КИМ). Они позволяют еще в стадии создания технологии отслеживать правильность принятых технологических шагов.

Новые технологии требуют не только контроля размеров, не менее важен контроль форм. Например, только правильная форма цилиндра шейки коленвала позволяет оптимально работать «масляному клину», и двигатель автомобиля, самолета, ракеты на 100% отрабатывает свой ресурс. Такого же контроля требуют ШРУС, гребной вал с винтом и подшипниками и многое другое.

Прогресс в передовых отраслях техники уже привел к необходимости изготовления деталей сложной формы, находимой часто эмпирическим путем и описываемой математическими моделями. Для таких сложно пространственных измерений возможностей обычной (трехосевой) КИМ часто не хватает.



Вот почему потребовалось разработать отличную от всех аналогов шестиосевую координатно-измерительную машину.

Эта машина обладает целым рядом преимуществ перед классическими аналогами. Назовем некоторые из них:

- шестимерное «ощупывание» ранее не доступных мест — «мертвых зон» детали (внутренних полостей, криволинейных каналов, глубоких отверстий, сопрягаемых поверхностей с $R \geq 0,03$ мм и т.п.);

- измерение в сканирующем режиме с плавно-

изменяющимися углами наклона щупа поверхностей деталей, рассчитанных на основе сплайнов высшего порядка;

- высокая производительность при точечном измерении детали (до 10 т/сек. против 1 т/сек. в случае трехосевых) с сохранением точности измерения и до 400 т/сек. при сканировании;

- машина оснащена системой «самокалибровки», обеспечивающей паспортную точность КИМ в не термостабильных условиях на протяжении всего срока эксплуатации более 15 лет;

- КИМ работают только от электросети, подвод сжатого воздуха не требуется.

Достигнутые возможности позиционирования щупа в пространстве (менее 1 секунды по углу и менее 1 микрона по любой из декартовых координат) позволяют измерять поверхности практически любой сложности.

Так, например, шестиосевая КИМ успешно проводит контроль конической шестерни с круговым зубом и пары вал-шестерня, тогда как на традиционных трехосевых КИМ для этого требуется установка дорогостоящего поворотного стола, снижающего производительность и точность.

Возможности КИМ далеко не исчерпаны. Недавно разработан метод сверхточных измерений*. Качество метода было подтверждено на примере контроля деталей «Плунжерной пары» современного дизеля, создаваемого на заводе «ВДА», г. Маркс. Измерялся цилиндр $L = 140$ мм, $d = 16$ мм и плунжер $L = 130$ мм, $d = 16$ мм.

При паспортной погрешности КИМ-1000 ($1,5 + L/250$) мкм получены результаты: по диаметру с погрешностью не более 0,15 мкм; по цилиндричности с погрешностью не более 0,25 мкм.

Для измерения мелкоструктурных изделий с радиусом сочленения поверхностей менее 0,1 мм используется специальная технология измерения щупом-иглой. Особенностью этой технологии является проникновение острыми щупами в глубину канавок, сохраняя как целостность исследуемой поверхности, так и прецизионность щупа. Такой «щадящий» режим обеспечивается КИМ «Лапик» со специальным ПМО для касательных движений.

Конструктивные, схемные и технологические решения, программное обеспечение КИМ защищены более чем 20-тью патентами. КИМ «Лапик» являются официальным средством измерения по стандартам ISO и включены в Госреестр средств измерений Российской Федерации.

Машины представлялись на международных выставках в Вашингтоне, Лейпциге, Ганновере, Пекине, Шанхае и Москве, где получили высокую оценку.

Более чем 15-ти летняя промышленная эксплуатация шестиосевых КИМ показала их эффективность и надежность в обеспечении высокого качества продукции в авиа- и моторостроении, в автомобильной и ядерной промышленности России, Китая, Белоруссии, Казахстана.

Вот некоторые из отзывов потребителей:

«Опыт эксплуатации измерительных машин «Лапик» показал их высокую надежность и точность, метрологические характеристики значительно выше паспортных, несмотря на значительный срок эксплуатации». (А. М. Шкурин, Главный метролог РУПП «БелАЗ»)

«Федеральный ядерный центр имеет опыт эксплуатации КИМ-1000 с февраля 2005 года. Шестиосевая кинематика КИМ, высокая маневренность в сочетании со стабильной точностью измерений дают возможность решать новые сложнейшие метрологические задачи. Использование таких КИМ позволяет значительно сократить время и средства на технологическую подготовку производства при освоении новой продукции». (В. А. Кручинин, главный инженер ФГУП «ВНИИЭФ-РФЯЦ»).



www.lapic.ru
К. Т. Н. Г. М. Новиков

* метод включает в себя учет параметров конкретных измерительных щупов по их диаметру и отклонениям от сферичности, параметров констант измерительной машины в реальных условиях измерения, «самокалибровку» (которой оснащены КИМ «Лапик»), а также статистическую чистку массива точек, взятых с контролируемой детали.

ШПИНДЕЛЬНЫЕ БАТАЛИИ

Один из успешных проектов компании «Интеркос-Тулинг» — вывод в 2009 году на российский рынок итальянского производителя вертикально-фрезерных станков — компании SERRTECH. Это небольшая компания с сорокалетней историей разработала современную концепцию конструирования фрезерного оборудования.

«ТЕХНИКА»

В основе концепции лежит основополагающий принцип — неподвижный стол. Который интегрирован с литой станиной, тем самым на первоначальном этапе мы предлагаем жесткую конструкцию станка. Все просто. Неподвижный стол выдерживает заготовки со значительной массой — до 8.000 кг. При этом он не прогибается под их весом, как на станках с подвижными крестовыми столами. Неподвижный стол формирует полезное рабочее пространство (англ. *useful working volume*) — тот актив, которого всегда не хватает! Колонна перемещается по направляющим в трех координатах. Направляющие станка (их размер и расстояние между ними) спроектированы таким образом, чтобы безопасно перемещать на высоких скоростях — до 60 м/мин. шпиндельный узел.

Инженеры компании SERRTECH профессионально дошли к расчету шпиндельного узла и получили неоспоримое преимущество перед своими конкурентами. Мы можем предложить нашим заказчикам пять вариантов шпинделей под обработку различных материалов.

Если вам необходимо обрабатывать алюминиевые детали, берите 24.000 об/мин. Если вы присматриваете станок, способный эффективно обрабатывать жаропрочку, титановые сплавы и нержавейку, обратите внимание на шпиндель 18.000 об/мин., момент 274 Нм. Это оптимальный вариант и для чернового, и для чистового фрезерования. Изначальная жесткость конструкции позволяет легко смоделировать станок для высокоэффективной эксплуатации.

СОСТАВ ОБОРУДОВАНИЯ

Компания SERRTECH делит свои станки на *четыре группы*. С одной стороны, такое деление упрощает заказчику выбор оптимальной модели, с другой — сразу демонстрирует то, чего нет в программе поставок. Например, нет станка с шириной стола 850 мм. Четыре группы станков позволяют удовлетворить потребности самого взыскательного заказчика.

ГРУППА «М»

Восемь моделей трехкоординатных вертикально-обрабатывающих центров. Они имеют две размерные подгруппы: 600 и 800 мм (это значение поперечной оси Y). Длина стола до 6.000 мм. Служат для высокопроизводительной обработки всех видов материалов. Дополнительно станки могут быть выполнены с поворотной головой и интегрированным круглым столом в базовой плоскости.

ГРУППА «МХ»

Высокопроизводительные пятиосевые фрезерные станки. *Четыре модели* с размерами круглых столов (φ 250, 350, 500 и 800 мм). Для изготовления самых сложных деталей, импеллеров, компрессорных колес, деталей с отрицательными углами. Данная группа станков незаменима для изготовления деталей с одной установки.

ГРУППА «МР»

Непревзойденная конструкция станка для производства серийных деталей. Самая безопасная конструкция в своем классе. Две паллеты — два стола. Одна паллета рабочая, другая — настроечная. Значительно сокращается время на крепление однотипных деталей. Оптимальный выбор для компаний, занимающихся изготовлением деталей и компонентов для автомобильной промышленности.

ГРУППА «BLUE LINE»

Четыре вида обрабатывающих центров. Относительно невысокий, приемлемый уровень цены. Оптимальное соотношение «цена/качество». Наиболее подходящий выбор для малых и средних предприятий и компаний, которые ставят своей целью изготавливать высокотехнологичные детали из сложных материалов, выполнять работы по кооперации и успешно конкурировать с крупными предприятиями.

Итого: двенадцать моделей станков! Каждый можно дополнить определенным набором опций. Учтены все требования, предъявляемые к современной металлообработке!

«СЕРВИС ПЛЮС»

Руководство компании «Интеркос-Тулинг» создало сервисную группу из трех человек, способную произвести монтаж оборудования у заказчика, а также быстро отреагировать на неполадки в его работе, возникающие в процессе эксплуатации. Согласно нашей четырехлетней статистике, если убрать «человеческий фактор», то все узлы и агрегаты станков функционируют с высокой степенью надежности. Вопросы возникают с датчиками, контактами и прочей электронной начинкой. Мы более чем серьезно относимся к вопросам сервисного обслуживания. Это основной фактор конкуренции среди фирм, занимающихся поставками оборудования на российский рынок. Сотрудники нашей сервисной службы в обязательном порядке проходят обучение у производителя не реже одного раза в год. Они принимают участие в сборке и отладке фрезерного оборудования, повышая свой технический уровень для последующей сервисной работы.

«В ДЕНЕЖНОМ ВЫРАЖЕНИИ...»

При одинаковой базе сравнения мы можем предложить вам экономию до 30% по отношению к ценам известных немецких производителей. А с учетом нашей тринадцатилетней квалификации в области крепления заготовок и подбора режущего инструмента с технологическими картами и программами ЧПУ экономия от внедрения может перевалить символическую цифру «50». Если сомневаетесь, отправьте в наш адрес запрос по факсу (812) 448-63-34 для удовлетворения собственного любопытства. Ведь не зря же вы потратили свое время на чтение данного материала!

ИНТЕРКОС
ТУЛИНГ



ЗУБОХОНИНГОВАНИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ КОЛЕС

The article presents the gear honing method for finishing machining of gear-wheels. Its principles, capabilities and limitations, requirements to a tool kit, processing modes are shown. The feasibility study on application is given in an example.

Зубохонингование — процесс чистовой обработки зубьев закаленных цилиндрических колес внешнего и внутреннего зацепления. Обработку производят зубчатыми хонами, режущими элементами которых являются хаотически расположенные на поверхности зубьев хона зерна абразивного материала, алмазов или кубического нитрида бора. В промышленности применяют два метода зубохонингования: инструментами с внешним и внутренним зацеплением зубьев.

ОБРАБОТКА ЗУБЧАТЫМ ХОНОМ С ВНЕШНИМ ЗАЦЕПЛЕНИЕМ ЗУБЬЕВ

Обработка зубчатым хонем с внешним зацеплением зубьев аналогична процессу зубошвингования. При хонинговании ведущим элементом является хон **1**, зубья которого находятся в беззазорном зацеплении с зубьями обрабатываемого колеса **2** при угле скрещивания осей $\gamma = 10...15^\circ$ (рис. 1). Зубчатое колесо **2** кроме вращения совершает возвратно-поступательное движение вдоль своей оси. Величина продольного перемещения заготовки должна обеспечивать обработку зубьев по всей длине. Возможна обработка бочкообразных зубьев. Зубохонингование производят с подачей в зону резания смазочно-охлаждающей жидкости.

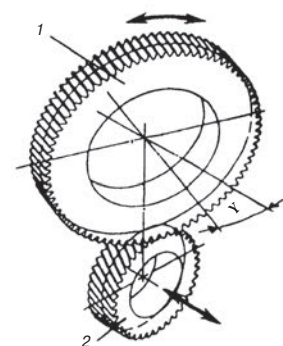


Рис. 1. Схема обработки заготовки хонем с внешним зацеплением.

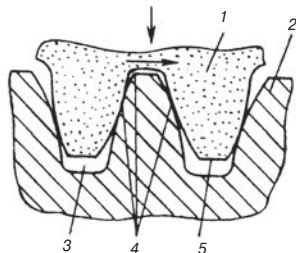


Рис. 2. Беззазорное двухпрофильное зацепление зубьев хона и заготовки.

По мере износа хона его зубья увеличиваются по высоте. Хонингование продолжается до тех пор, пока вершины зубьев хона **3** не коснутся впадин **3** зубьев заготовки, что может вызвать их поломку. Поэтому изношенные зубья хона периодически снимают с внешнего диаметра хона $1...2$ мм за одну правку и $15...25$ мм за весь период службы, обеспечивая необходимый радиальный зазор.

Исследованиями установлено, что при радиальном нагружении хонингование производят с большими силами резания. Это обеспечивает интенсивный съем металла, уменьшение радиального биения зубчатого венца и погрешности направления зубьев, сокращение машинного времени и эффективное удаление с поверхности зубьев различных повреждений и заусенцев.

При обработке хонами с внешним зацеплением используют следующие режимы обработки: число оборотов хона $180-250$ об/мин, скорость подачи $180-220$ мм/мин, число ходов стола $4-8$, машинное время обработки одного зубчатого колеса $30-60$ с. Направление вращения хона изменяется в конце каждого хода стола.

Зубчатый хон с внешним зацеплением представляет собой прямоугольное или косозубое колесо, состоящее из стальной ступицы **2** и рабочей части **1** из абразивного материала (рис. 3, а). Зубчатый хон проектируют для каждого зубчатого колеса, число его зубьев не должно быть кратным числу зубьев обрабатываемого колеса. Для зубчатых колес с модулем $3-5$ мм: внешний диаметр хона $220-250$ мм, ширина венца $20-25$ мм, угол скрещивания осей $10-15^\circ$, радиальное биение зубчатого венца нового хона $0,07-0,10$ мм, срок службы $1500-3000$ заготовок.

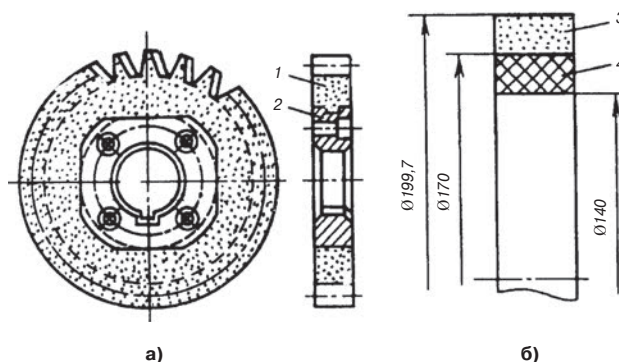


Рис. 3. Зубчатые хоны с внешним зацеплением.

Процесс зубохонингования хонем внешнего зацепления, разработанный в 60-х годах прошлого столетия, первоначально применялся исключительно после операций зубошвингования и химико-термической обработки (ХТО). Он позволяет при снятии небольшого припуска ($0,01...0,03$ мм) уменьшить шероховатость поверхности до $Ra = 0,32-1,25$ мкм, удалить забоины и заусенцы величиной до $0,3$ мм и снизить уровень шума при зацеплении зубчатой передачи на $2-4$ Дб. При этом погрешности параметров зубьев устраняются незначительно.

В последнее время многие предприятия в автомобильной и авиационной промышленности стали применять зубохонингование хонами с внешним зацеплением после операции зубошлифования, как правило, профильного непрерывного. Целью является повышение плавности зацепления и снижение шероховатости поверхности зубьев до $Ra = 0,2...0,3$ мкм без снижения их точности после зубошлифования. Особенностью конструкции хона с внешним зацеплением является наличие под абразивным (рабочим) слоем **3** со средним размером зерна $63...80$ мкм демпфирующего слоя **4** из упругого материала. Этот слой уменьшает вибрации, возникающие при зубохонинговании, и повышает срок службы инструмента (рис. 3, б). Периодическую правку таких хонов производят по всему контуру зубьев алмазными роликами, зубья которых имеют модификации по профилю и длине.

ЗУБОХОНИНГОВАНИЕ ХОНАМИ С ВНУТРЕННИМ ЗАЦЕПЛЕНИЕМ

Зубохонингование хонами с внутренним зацеплением обладает большими технологическими возможностями, поэтому этот процесс получил большое распространение в промышленности.

Зацепление зубчатого хона **1** с заготовкой **2** выполняют под углом скрещивания γ (рис. 4). При свободной кинематической связи ведущим элементом является хон, а при жесткой связи вращение хона и заготовки осуществляют раздельно с высокой точностью синхронизации с помощью

METALEX - Машины для производства металлоконструкций

пресс-ножницы серии ННВ

Производительность
от 40
до 175 тонн



станок гидравлический пробивочный серии НРМ

Производительность
от 60 до 140 тонн



гидравлический/моторизированный прокатный станок
Серия FHR - 1300x6 мм до 3050x3.5 мм
Серия FMR - 1300x2.5 мм до 2050x3.2 мм



гидравлический вырубной пресс HN-4200/6200/6220V

Производительность 4мм/6мм
(угол резки 30~140 градусов)



секционногибочный и трубогибочный станок SK-30, 50

диаметр полки
Ø30мм и 50мм



горизонтальный гидравлический гибочный станок - ННВ-22/40

Производительность
от 22 тонн до 40 тонн

цифровой трубогибочный станок серии BM

Производительность от 42x1.5 до 64x4 мм



Ручная листогибочная машина

Серия FK-S:
1219x2.5мм до 3657x1.2мм

Серия FP-S:
1219x2.5мм до 3048x1.6мм



FREJO TH INTERNATIONAL LTD.

8F, No. 501, Sec. 2, Wu Chuan W. Road, Taichung 408, Taiwan
Tel: +886-4-2381-6977 Fax: +886-4-2381-3584. 2381-3769
E-mail: mail@frejoth.com.tw http://www.frejoth.com.tw

Основные характеристики:

- Более чем 20-летний опыт в шлифовании поверхности, Hone Right имеет выдающиеся технологии шлифования.
- Возможности наших машин включают в себя сервис и полный оперативный анализ.
- Машины в диапазоне от 4 метров до 16 метров в длину.

ДВОЙНАЯ СТОЙКА ШЛИФОВАЛЬНЫЙ СТАНОК



Доступны комплектации под заказ



PRETEQ MACHINERY CO., LTD.
TEL: +886-4-2560-8397
TEL: +886-958-587-285
E-mail: LORETTA@PRETEQ.COM.TW

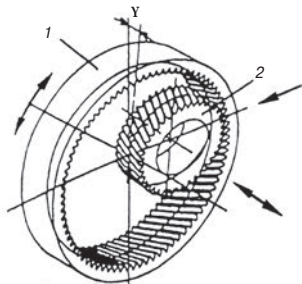


Рис. 4. Схема обработки заготовки хонем с внутренним зацеплением.

электронной системы управления. Ширина хона больше ширины зубчатого венца. Кроме вращения зубчатый хон совершает радиальное движение подачи, а заготовка для улучшения условий резания осуществляет осевые осциллирующие движения, амплитуда которых должна быть не менее 3...4 мм.

Прочность зубьев хона с внутренними зубьями в среднем на 60% выше, чем хона с наружными зубьями. Это позволяет снимать большие припуски, а также хонинговать зубчатые колеса мелкого и среднего модуля. Большой коэффициент перекрытия при зацеплении хона с зубьями обрабатываемой заготовки способствует исправлению погрешностей зубьев и повышению точности их обработки.

Зубохонингование хонем с внутренним зацеплением применяют в серийном и массовом производстве для уменьшения шероховатости поверхности до $Ra = 0,1 \dots 0,8$ мкм, повышения точности зубьев (на 1,2 степени), снижения уровня шума при зацеплении зубьев и удаления небольших забоин и заусенцев.

ХОНЫ ДЛЯ ЗУБОХОНИГОВАНИЯ

Зубчатые хоны, используемые при зубохонинговании, могут быть правящими и неправящими. В качестве абразивного материала у **правящих зубчатых хонов** с внешним и внутренним зацеплением применяют электрокорунд высшего качества или микрокристаллический корунд с размером зерна 88...149 мкм. Наиболее важной структурной составляющей не только объемного строения хона, но и его технологических и эксплуатационных свойств является связка. Для правящих хонов используют связки: керамическую и из эпоксидной искусственной смолы. Благодаря хрупкости и низким демпфирующим свойствам этих связок абразивные зерна, имеющие критический износ, под действием силы резания выламываются из хона, открывая для работы лежащие ниже абразивные зерна. Таким образом обеспечивается самозатачивание инструмента.

Заготовки хонов изготавливают цилиндрической формы. Для обеспечения однородности и хорошей воспроизводимости хонов абразивная масса хорошо размешивается, прессуется в точной матрице при температуре до 190°C, после чего производится дисперсионное отвердевание. У полученной заготовки нарезают зубья **4** внутренние (рис. 5, б) или внешние (рис. 3, а) алмазными роликами. При необходимости производят обработку по контуру.

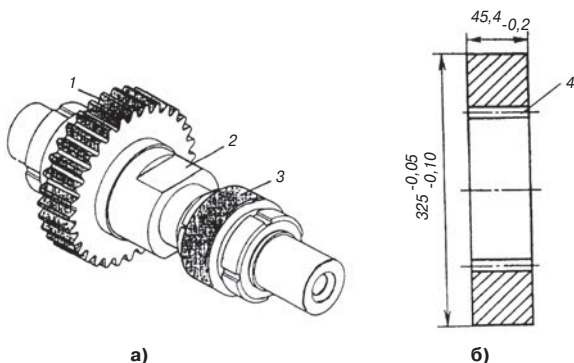


Рис. 5. Алмазный и абразивный инструменты.

Часто применяют следующее соотношение объемных долей: абразив — 50%, связка — 40% и поры — 10%.

Перед хонингованием первой заготовки и периодически по мере изнашивания зубчатый хон с внутренним зацеплением профилируют с помощью алмазного колеса **1** и алмазного кольца **3**, установленных на оправке одной **2** (рис. 5, а).

Оправку **4** с правящими элементами устанавливают в центрах станка вместо обрабатываемого колеса (рис. 6). Геометрия алмазного правящего колеса **1** точно соответствует размерам зубчатого колеса, т. е. зубья имеют такие же размеры и модификации по длине и профилю. Первоначально алмазным колесом **1** формируют профиль и дно впадины зубьев хона **3**, а затем с помощью алмазного кольца **3** (рис. 5, а), установленного на конце оправки, протачивают внутренний диаметр хона. Правку, как и обработку, осуществляют в автоматическом режиме с использованием СОЖ, которую подают через два сопла **2** (рис. 6).

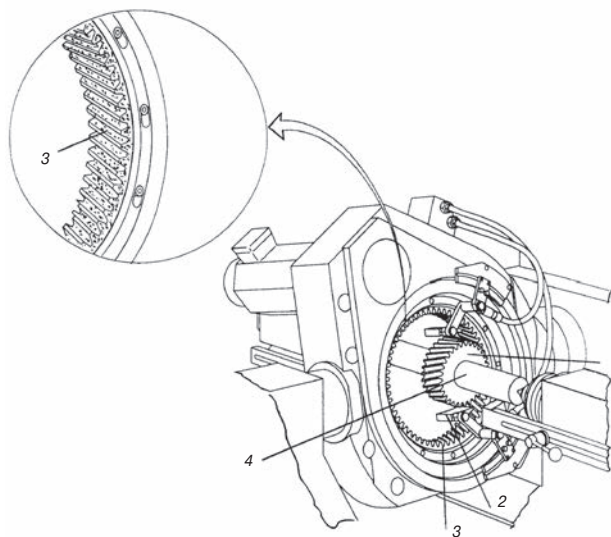


Рис. 6. Схема правки зубчатого хона с внутренним зацеплением.

Толщина слоя, снимаемого с хона в радиальном направлении, при однократном профилировании составляет 0,01...0,03 мм. За весь период работы абразивный зубчатый хон с внутренним зацеплением обрабатывает 2000...4000 заготовок, число профилирований 70...210.

ЗУБЧАТЫЕ ПРАВЯЩИЕ КОЛЕСА

Доминирующим фактором для получения зубчатых колес высокого качества в процессе зубохонингования является высокая точность и хорошие режущие свойства правящего алмазного колеса. Наибольшее распространение в промышленности получили правящие алмазные зубчатые колеса с однослойным гальваническим негативным или позитивным покрытием из природных или синтетических алмазов.

Для изготовления правящих зубчатых колес с **позитивным гальваническим покрытием** применяют основной корпус **1** из стали, геометрические размеры которого точно соответствуют обрабатываемому зубчатому колесу, включая модификации по профилю и длине зуба, а точность значительно выше (рис. 7, а). Для надежного силового замыкания алмазных зерен **2** их гальванически закрепляют никелем на боковых поверхностях, во впадине и на вершине зубьев, при этом глубина слоя никеля должна составлять 0,4...0,8 высоты зерен. Так как нижняя часть алмазных зерен **2** установлена на точной металлической поверхности основного корпуса, то их верхняя рабочая часть расположена ступенчато

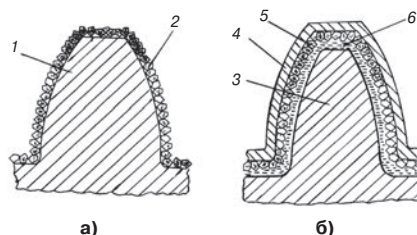


Рис. 7. Правящие зубчатые колеса с позитивным и негативным алмазным покрытием.

и имеет грубый макрорельеф. Разность высоты вершин алмазных зерен соответствует разбросу их размера.

С целью повышения точности изготовления зубчатого правящего колеса его боко-



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

вые режущие поверхности зубьев дополнительно шлифуют (сглаживают) алмазным кругом.

Величина съема за один рабочий ход составляет 1...2 мкм, а за весь цикл обработки 5...15 мкм. Большая часть алмазных зерен сглаживается, их вершины выравниваются в плоскости резания, и повышается размерная точность правящих зубчатых колес. Однако затупление вершин алмазных зерен повышает площадь их контакта при правке, увеличивая трение и силу при резании.

Характерным для гальванически позитивно покрытых правящих алмазных колес является то, что из-за разности высот только 50...60% алмазных зерен при правке активно участвуют в резании. Поэтому для позитивных правящих колес часто применяют алмазные зерна с незначительным разбросом размеров основной фракции с зернистостью 90...126 мкм и максимальным значением 180 мкм.

При **негативном гальваническом покрытии** на алюминиевую или графитовую базовую оболочковую форму **4**, которая является негативной копией обрабатываемого колеса, с помощью центрифуги наносят один слой алмазно-никелевого смеси **5**. Этот слой равномерно покрывает всю поверхность полых зубьев.

После затвердевания никелевого покрытия вовнутрь негативной формы точно устанавливают металлическую ступицу **3**. В качестве связующего звена между слоем никеля и металлической ступицей заливают смолу **6**. В заключение на шлифовальном или токарном станке срезают негативную алюминиевую или графитовую оболочковую форму и химически удаляют оставшийся слой.

Несмотря на более высокую стоимость изготовления правящих колес с гальваническим негативным покрытием и длительный срок поставки их стойкость превышает в 3...8 раз стойкость правящих инструментов с положительным покрытием. Это объясняется тем, что практически все алмазные зерна участвуют в резании, обеспечивая правящим инструментам высокие режущие свойства.

Хонингование зубьев правящим абразивным хонем с внутренним зацеплением выполняют за 4...8 рабочих ходов стола с углом скрещивания осей 8...15° для открытых зубчатых венцов и 3...8° для закрытых венцов. Режимы обработки: скорость подачи 150...250 м/мин, радиальная подача составляет 0,001...0,010 мм на ход стола, число обработанных заготовок между двумя правками 30...50 заготовок, время правки хона 1,5...1,8 мин. Ориентировочное значение припусков и машинного времени при хонинговании в зависимости от предварительной обработки приведены в **табл. 1**.

Таблица 1. Припуски и машинное время при хонинговании абразивным хонем.

Обработка зубьев перед зубохонингованием	Припуск на сторону зуба, мм	Машинное время зубохонингования, мин
Фрезерование, химикотермическая обработка (ХТО), шлифование	0,003...0,005	0,5...0,6
Фрезерование, шевингование, ХТО	0,015...0,020	0,8...1,0
Фрезерование, ХТО	0,025...0,045	1,0...1,2

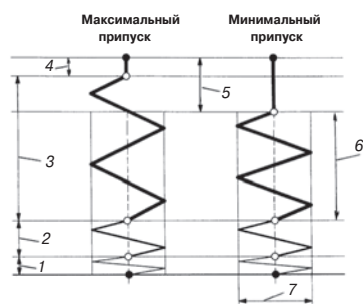


Рис. 8. Система адаптивного подвода хона к заготовке.

Большое значение для снижения времени зубохонингования имеет адаптивная система подвода хона к заготовке. При максимальном припуске ускоренный подвод **4** хона в зацепление с заготовкой минимальный (**рис. 8**). После касания инструмента и заготовки включается радиальная подача хона и продольная подача стола с длиной хода **7**.

Если припуск минимальный, то величина ускоренного подвода возрастает. Машинное время при минимальном припуске уменьшается за счет ускоренного подвода хона и сокращения времени выполнения черновых рабочих ходов **6** по сравнению с аналогичным временем **3** при максимальном припуске. Время выполнения полустиховых **2** и чистовых **1** рабочих ходов остается неизменным.

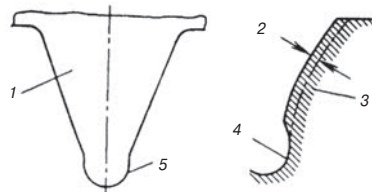


Рис. 9. Схема подрезания ножки зуба перед зубохонингованием.

Предварительную обработку заготовок зубчатых колес под зубохонингование необходимо выполнять инструментом **1** (червячной фрезой или зубчатым долбяком) с протуберанцем **5** (усиком), который прорезает углубление **4** в ножке зуба **3**, превышающее припуск **2** под зубохонингование (**рис. 9**).

При обработке **неправящимся хонем** с гальванически закрепленным алмазным покрытием или покрытием из кубического нитрида бора заготовок зубчатых колес с модулем 0,8...3,5 мм, внешним диаметром до 250 мм, шириной зубчатого венца до 70 мм, твердостью НРС 58...63 и припуском 0,03...0,008 мм на сторону зуба применяют режимы резания: угол скрещивания осей $\gamma = 5...15^\circ$; скорость резания 0,8...5,0 м/с; скорость радиальной подачи при врезании до 2 мм/мин, при хонинговании до 0,5 мм/мин. Зубохонингование производят при синхронизированном вращении заготовки зубчатого колеса и хона с внутренним зацеплением, управляемым ЧПУ станка, что позволяет оперативно устранять погрешности зубьев заготовки, полученные на предыдущих операциях. Обработка характеризуется постоянным качеством и коротким машинным временем. Однако достигаемая при однократном хонинговании шероховатость поверхности зубьев $Ra = 0,6...1,25$ мкм не всегда удовлетворяет требованиям прецизионного производства, поэтому часто зубохонингование проводят за две операции — черновую и чистовую.

ШЕРОХОВАТОСТЬ, ОСТАТОЧНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ, ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДАХ ЗУБООБРАБОТКИ

Особенностью процесса зубохонингования является достижение высоких показателей шероховатости поверхности зубьев. На **рис. 10** приведены параметры, полученные при различных методах зубообработки.

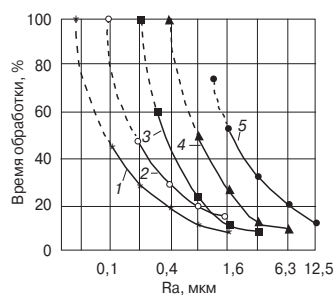


Рис. 10. Шероховатость поверхности зубьев, получаемая при различных методах зубообработки: 1 — хонинговании; 2 — фрезеровании после ХТО; 3 — шлифования; 4 — шевинговании; 5 — фрезеровании и долблении до ХТО.

Пунктирными линиями показана шероховатость поверхности, получаемая в результате увеличения времени обработки и использования дополнительных технологических средств.

Совокупность неровностей с относительно малыми шагами, образующих микрорельеф боковых поверхностей зубьев, является важнейшим показателем качества зацепления зубчатых передач и оказывает существенное влияние на качество эксплуатации зубчатых передач:

- виброакустическую активность под воздействием высоких частот;
- удержание смазочной пленки на поверхности зубьев;
- продолжительность периода обкатки зубчатой передачи, при котором технологический рельеф зубьев становится эксплуатационным.

<p>HIGH SPEED LIVE CENTERS-ROLLING TYPE Высокоскоростной вращающийся центр</p> 	<p>3-JAW SCROLL CHUCKS 3-кулачковый патрон</p> 	<p>6/8 JAW AWL TYPE CHUCKS 6/8 кулачковый патрон типа awl</p> 	<p>FACE MILLS Торцевые фрезы</p> 	<p>2/3-JAW HOLLOW POWER CHUCKS FIXTURES Зажим для 2/3 кулачкового патрона</p> 
<p>HSK HOLDER FOR TURNING MILLS (ETA TYPE) Держатель для фрезы (тип ETA)</p> 	<p>QUICK CHANGE TAPPING CHUCKS Быстрозменные резьбовые патроны</p> 	<p>NT/ER & MT/ER COLLET CHUCK SYSTEM Система цанговых патронов NT/ER и MT/ER</p> 	<p>ANGLE CROSS VISE Крестовые тиски</p> 	<p>SK SPRING COLLET SYSTEM A CLASS Система пружинных втулок SK класс A</p> 
<p>BT-SK COLLET CHUCK SYSTEM Система цанговых патронов BT SK</p> 	<p>BT-FMB SHELL END MILL ARBOR (TYPE B) BT-FMB концевая фреза хвостовика</p> 	<p>ICK-LA INDEXABLE TWIN-BIT ROUGH BORING HEAD FOR LARGE HOLE BORING + ICK 120 SHANK Парная расточная головка для расточки больших отверстий</p> 	<p>QUICK MAGNETIC JAW VISE Быстрые магнитные тиски</p> 	
<p>POWER TABLE FEEDS устройство подачи питания</p> 	<p>90° ANGLE HEADS-AHB (BT-ER TYPE) Прямоугольные головки типа BT-ER</p> 	<p>MILLING MACHINE VISES Тиски для фрезеровочного станка</p> 	<p>2 IN 1 / 3 IN 1 HYDRAULIC VISES Гидравлические тиски 2 в 1 / 3 в 1</p> 	<p>LED WORK LIGHTS Светодиодная подсветка</p> 
<p>SEMI-UNIVERSAL DIVIDING HEADS Полууниверсальные делительные головки</p> 	<p>CNC TILTING ROTARY TABLES Наклонные поворотные столы с ЧПУ</p> 	<p>CNC ROTARY TABLES Поворотные столы с ЧПУ</p> 	<p>VERSATILE DOUBLE CLAMP VISE Универсальные двойные тиски</p> 	<p>HORIZONTAL/VERTICAL ROTARY TABLES Горизонтальные/вертикальные поворотные столы</p> 
<p>FMS COMPACT MECHANICAL / HYDRAULIC VISES (VHV) FMSмеханические либо гидравлические тиски</p> 	<p>COMPACT MILLING MACHINE VISES-FOR VMCs Компактные тиски для фрезеровочного станка</p> 	<p>COMPACT & MULTIPLE VISES-FOR VMCs Набор компактных тисков для VMC</p> 	<p>SINE VISE Синусные тиски</p> 	<p>MC 2 IN 1 DOUBLE LOCK & ANGLE LOCK MACHINE VISES Тиски с двойным зажимом</p> 
<p>COMPACT & UPRIGHT MOUNTING VISES-FOR HMCs Компактные вертикальные тиски</p> 	<p>MOTORIZED RUNCH GRINDER Моторизованные шлифы</p> 	<p>INCLINABLE PERMANENT MAGNETIC CHUCKS Магнитные патроны</p> 	<p>ROUND PERMANENT MAGNETIC CHUCKS Круглые магнитные патроны</p> 	<p>PUNCH FORMER (VERTICAL/HORIZONTAL) Пробивной инструмент</p> 
<p>RADIUS AND ANGLE DRESSERS Радиально-угловое устройство заточки</p> 	<p>KEY TYPE DRILL CHUCKS Сверлильные патроны</p> 	<p>MULTIPLE SPINDLE BORING HEADS FOR METAL Расточные головки для металла</p> 	<p>DRILL GRINDING ATTACHMENT Дрель шлифовальная</p> 	<p>RECTANGULAR ELECTRO-MAGNETIC CHUCKS Прямоугольные электромагнитные патроны</p> 
<p>MILLING TOOLS Фрезерный инструмент</p> 	<p>MINI EZ-RELEASE MAGNETIC PICK-UP TOOL Магнитный захватывающий инструмент</p> 	<p>COMPLEX GRINDER MACHINE FOR DRILL & END MILLS Шлифмашина для концевых и буровых фрез</p> 	<p>FAST END MILL RE-SHARPENERS Заточной инструмент для концевых фрез</p> 	<p>MAGNETIC BASE WITH ADJUSTABLE COLLANT HOSES & VALVES Магнитное основание с регулируемыми шлангами и клапанами</p> 
<p>CONCENTRICITY GAUGE (STANDARD) Датчик concentricity</p> 	<p>ENDMAIL HELIX RE-SHARPENING Устройство для перезаточки</p> 	<p>RECHARGEABLE LED WORK LIGHT Светодиодная подсветка с подзарядкой</p> 	<p>LED WORK LIGHT Светодиодная подсветка</p> 	

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>



Благодаря углу скрещивания зубчатый хон и заготовка при зацеплении образуют винтовую передачу. На поверхности зубьев возникает скольжение со скоростью V_1 по длине и V_2 по профилю (рис. 11).

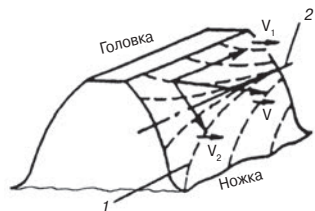


Рис. 11. Схема расположения следов резов на поверхности зуба.

Так как скорость скольжения по профилю V_2 изменяется от нуля на делительной окружности 2 до максимальных значений на головке и ножке зуба, то результирующее скольжение V и следы резов 1 имеют специфическое веерное расположение, способствующее удержанию смазочной пленки на поверхности зубьев при эксплуатации.

Скорость результирующего скольжения

$$V = \sqrt{V_1^2 + V_2^2}$$

Для определения влияния шероховатости поверхности зубьев на условия их контакта при зацеплении и воздействия гидродинамической смазки были проведены сравнительные испытания коробок перемены передач легкового автомобиля при средних нагрузках. Чистовую обработку зубьев цилиндрических колес (модуль $m = 2$ мм, угол профиля $\alpha = 20^\circ$) производили фрезерованием, шевингованием, шлифованием и хонингованием.

У окончательно фрезерованных до ХТО методом обката цилиндрических колес шероховатость боковых поверхностей следов составляла $Ra = 2,5-3,8$ мкм. Она определялась следами огибающих резов червячной фрезы. Испытания таких колес показали значительный износ поверхности зубьев в результате металлического трения (рис. 12, в).

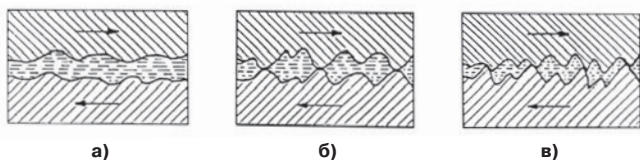


Рис. 12. Схема образования гидродинамической смазочной пленки.

Зубчатые колеса, изготовленные шевингованием ($Ra = 1,25-2,0$ мкм) или шлифованием ($Ra = 0,5-2,0$ мкм) имели незначительный износ зубьев, главным образом, по вершинам микронеровностей в результате смешанного трения (рис. 12, б).

Боковые поверхности хонингованных зубьев цилиндрических колес имели самый низкий параметр шероховатости $Ra 0,25-0,5$ мкм и при испытании у зубьев практически отсутствовал металлический контакт и износ (рис. 12, а).

В результате проведенных испытаний было установлено, что микрорельеф хонингованных зубьев, а также веерное расположение следов резов позволяет при зацеплении ста-

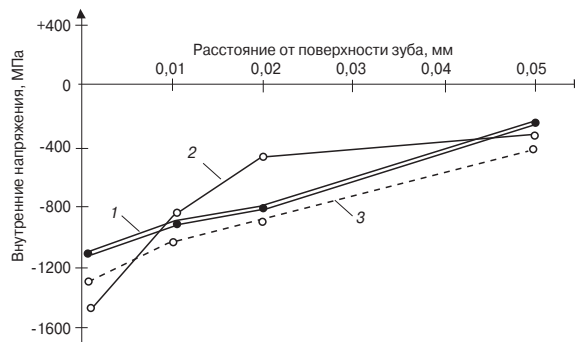


Рис. 13. Остаточные внутренние напряжения после хонингования различными инструментами.

бильно удерживать на поверхности зубьев смазочную пленку толщиной $3-5$ мкм и тем самым минимизировать износ.

Зубохонингование относится к группе методов, выполняющих микрорезание твердых поверхностных слоев зубьев большим числом не ориентированных в пространстве режущих элементов. Вследствие низких скоростей резания ($V = 0,5...13,0$ м/с) мощность зубохонингования достаточно высокая. Поэтому в зоне резания преобладают не термические, а механические процессы. Соответственно, отсутствуют термическое разрушение поверхностей зубьев и термические изменения свойств поверхностных зон, а в поверхностных слоях зубьев образуются остаточные внутренние напряжения сжатия на глубину до 150 мкм.

На рис. 13 показан уровень остаточных внутренних напряжений сжатия, возникающих в поверхностном закаленном слое зубьев после хонингования абразивными 3 , алмазными 1 и хонами из кубического нитрида бора 2 . Максимальные значения внутренних напряжений сжатия получаются при обработке металлическими зубчатыми хонами с однослойным покрытием зернами кубического нитрида бора. Такие хоны обладают высокой жесткостью и допускают большие радиальные и окружные подачи при низкой окружной скорости.

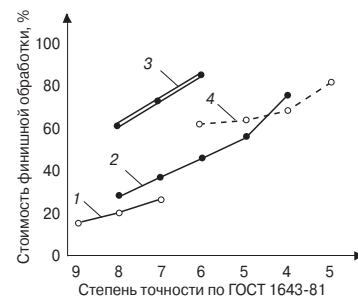


Рис. 14. Точность и стоимость финишной обработки зубчатых колес.

Достижимая точность и сравнительная стоимость (в процентах) обработки зубчатых колес при использовании финишных методов: зубошевингования 1 , зубохонингования 2 , зубофрезерования твердосплавными червячными фрезами 3 и зубошлифования червячными абразивными кругами 4 приведены на рис. 14.

Для сравнения экономической эффективности

Таблица 2. Экономические показатели (рубли) финишных методов обработки зубьев.

Метод финишной обработки	Зубошевингование	Зубохонингование правящимся абразивным хоним	Зубохонингование неправящимся хоним с покрытием КНБ	Зубофрезерование твердосплавной червячной фрезой	Непрерывное обкатное зубошлифование абразивным червячным кругом
Стоимость оборудования (станков)	12,8	24,8	60,8	58	63,6
Затраты на заработанную плату	11,6	20,8	28,8	29,2	28,8
Расходы на инструмент и его содержание	2,8	10,4	30,8	42	12,8
Обкатка после ХТО, удаление забоин и заусенцев	4,8				
Стоимость финишной обработки	32	56	120,4	129,2	105,2

финишной обработки зубчатых колес был проведен технико-экономический анализ (табл. 2). Объектом являлось зубчатое колесо коробки перемены передач легкового автомобиля: модуль $m = 2$ мм, число зубьев $z = 35$, угол профиля $\alpha = 20^\circ$, угол наклона линии зуба $\beta = 33^\circ$, внешний диаметр вершин зубьев $d_a = 91$ мм, сталь 18ХГТ (HRC 58–63), годовой выпуск 300000 штук. В связи с современными требованиями автостроения точность изготовления зубчатых колес должна быть не ниже 6 степени (ГОСТ 1643–81).

Так как затраты на материал для всех вариантов финишной обработки были постоянны, поэтому рассматривались только заработная плата производственных рабочих и накладные цеховые расходы: стоимость эксплуатации и амортизации оборудования (включая технологическую оснастку) и инструмента. Из всех рассматриваемых методов дополнительная операция по обкатке зубчатых колес, удалению забоин и заусенцев требуется только для зубошевингования.

ВЫВОДЫ

При анализе эффективности применения финишных операций получили:

1. Наименее затратным методом является зубошевингование. При этом требуется достижение высокой точности (выше 5-й степени) при зубошевинговании и снижение точности в результате деформаций при ХТО не более, чем на одну степень по ГОСТ 1643–81. Такой процесс является не стабильным и в массовом производстве для обработки зубчатых колес с точностью не ниже 6-й степени практически не применяется.

2. Самым эффективным с экономической точки зрения в данном примере является метод зубохонингования абразивным правящим хоном. В качестве недостатков зубохонингования следует отметить высокую чувствительность

к колебанию припусков после ХТО, что не позволяет обеспечивать стабильную воспроизводимость.

3. Непрерывное обкатное зубошлифование абразивным червячным кругом экономически менее эффективно, чем зубохонингование абразивным хоном, но менее зависимо от качества предварительной обработки и более стабильно в достижении точностных параметров зубьев.

4. Зубохонингование неправящимся хоном с покрытием КНБ и зубофрезерование твердосплавной червячной фрезой по стоимости существенно превышают остальные методы, поэтому они применяются значительно реже.

д. т. н., профессор А. С. Калашников
 Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)
 e-mail: alexandr_kalashnikov45@rambler.ru

Литература

1. Калашников А. С., Моргун Ю. А., Калашников П. А. *Современные методы обработки зубчатых колес*. Издательский дом «Спектр», Москва, 2012, 238 с.
2. Шандров Б. В., Моргун Ю. А., Калашников П. А. *Экспериментальные исследования припусков при непрерывном обкатном зубошлифовании*. Справочник. Инженерный журнал. М.: Машиностроение. С. 3–7.
3. Максимов Ю. В., Абрамова А. Р., Кузьминский Д. Л., Мокринская А. Ю. *К вопросу об обеспечении качества обработки сложнопрофильных деталей на станках с изменяющимися элементами*. Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2012. № 1 (13). С. 168–174.
4. Калашников А. С. *Технология изготовления зубчатых колес*. М.: Машиностроение, 2004. 479 с.
5. Bausch Tomas. *Innovative Zahnradfertigung*. Expert verlag GmbH, D-71268, Reningen, Germany, 2006, 778 s.



ДС-Роботикс
 Роботизация производств в России

Заставьте роботов работать на Вас!



Области применения
 Резка
 Сварка
 Сборка
 Окраска
 Шлифовка
 Полировка
 Фрезерование
 Обслуживание станков

Роботы в производстве - это:

надежная комбинация проверенных технологий с протестированными инновациями дает безотказную работу, короткое время сервисного обслуживания, обеспечивая высокую производительность и качественный продукт. Оптимальное и экономичное решение по автоматизации производств. Там где это необходимо.

Узнать подробнее:

+7 495 587 11 30 info@ds-robotics.ru http://www.ds-robotics.ru

АВТОМОБИЛЬНОЕ ДИЗАЙН-БЮРО European Design Centre ИСПОЛЬЗУЕТ САМ-СИСТЕМУ PowerMILL ПРИ РАБОТЕ НАД ДИЗАЙНОМ НОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

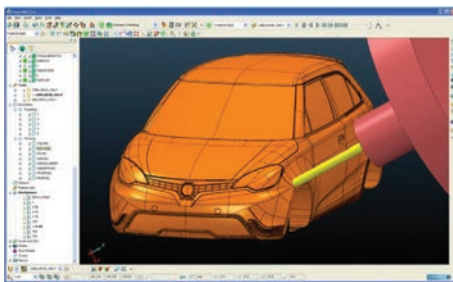
Фирма SAIC Motor UK (www.saicmotor.co.uk) выбрала САМ-систему PowerMILL (разработка Delcam) для создания управляющих программ для своего пятиосевого станка с ЧПУ Kolb StudioLine M. В 2013 году фирма приобрела этот станок для расположенного в Бирмингеме автомобильного дизайн-бюро European Design Centre.

Корпорация SAIC является одним из крупнейших китайских автопроизводителей, с конвейера которого в 2012 году сошло порядка 4,5 млн. автомобилей. Предприятие имеет совместный бизнес с General Motors и Volkswagen, а также выпускает популярные в Китае автомобили люксовой марки Roewe. В 2007 году SAIC приобрела основанную в 1924 году английскую автомобильную фирму MG, имеющую богатую историю и заслуженную репутацию. Это позволило китайскому автогиганту унаследовать подчеркнuto эlegantный дизайн автомобилей марки MG. Над созданием дизайна новых автомобилей работает расположенное в местечке Лонгбридж (промышленный пригород Бирмингема) дизайн-бюро European Design Centre, продолжающее инженерные традиции фирмы MG.

Дизайн-бюро European Design Centre, основанное в 2010 году, занимается в основном разработкой дизайна прототипов автомобилей марки MG, а также прорабатывает концепцию дизайна марки Roewe. При открытии дизайн-бюро корпорация SAIC инвестировала в его техническое оснащение порядка 8 млн. долл. США. В начале 2013 года в European Design Centre было дополнительно вложено 2,4 млн. долл. США, которые пошли на приобретение фрезерных станков с ЧПУ, в том числе специализированного Kolb StudioLine M. Этот станок позволяет обрабатывать из модельного пластика не только уменьшенные и даже полноразмерные модели автомобилей для выставок, но также может применяться для изготовления мастер-моделей и пресс-форм для создания экспериментальных прототипов автомобилей из стеклопластика. До приобретения этого станка дизайн-бюро приходилось размещать заказы на изготовление моделей и технологической оснастки у различных субподрядчиков. В настоящее время European Design Centre по праву считается крупнейшим автомобильным дизайн-бюро в Великобритании.

Первый проект, в котором использовались CAD/CAM/CAI-системы компании Delcam, представлял собой заключительную стадию доработки дизайна MG 3 — небольшого стильного автомобиля, являющегося вторым по счету в модельном ряду нового поколения автомобилей семейства MG, которые планируется производить на автозаводе в Бирмингеме. Уникальный современный дизайн этого автомобиля, легко узнаваемый с любого ракурса, был полностью разработан в European Design Centre.

Для автомобилей марки MG традиционным является спортивный дизайн с округлыми внешними формами, поэтому перед коллективом дизайн-бюро была поставлена трудноразрешимая задача создания очень недорогого компактного пятидверного хэтчбека с вместительным удобным салоном. В результате дизайнерам и конструкторам удалось создать дизайн автомобиля в фирменном стиле MG, который



способен составить конкуренцию более широко известным брендам.

«Основная причина, по которой мы начали самостоятельно изготавливать модели и оснастку, заключалась в необходимости сокращения сроков разработки дизайна новых прототипов», — объясняет начальник бюро дизайн-проектов SAIC Дарэн Редхэд (Darren Redhead), — «Хотя компьютерная визуализация становится все более реалистичной, мы все еще очень нуждаемся в физических пластилиновых прототипах для проработки очертаний кузова. Новый станок позволяет нам изготовить модель физического прототипа за несколько дней, в то время как раньше нашим субподрядчикам требовались на это недели». Обычно работа над новым проектом требует изготовления четырех масштабных моделей и двух полноразмерных прототипов как для экстерьера, так и интерьера автомобиля. Таким образом, сроки изготовления физических макетов существенно влияют на темпы выполнения всего проекта.

«Поставщик станка Kolb StudioLine M предложил нам использовать для его программирования одну известную САМ-систему, но после того, как мы пообщались с нашими коллегами из Германии, использующими точной такой же станок с ЧПУ, мы узнали, что они предпочли использовать САМ-систему разработки Delcam», — вспоминает г-н Редхэд, — «Наши коллеги уверили нас, что PowerMILL (www.powermill.com) более интуитивно понятен для модельщиков и позволяет успешно реализовать все преимущества нашего пятиосевого станка. Для работы с этим станком мы планировали на постоянной основе привлекать одного опытного программиста-технолога, а в случае, когда он будет занят, периодически вовлекать в разработку управляющих программ двух модельщиков. Поэтому простота освоения и использования САМ-системы также имела большое значение для нашего дизайн-бюро».



«Другим немаловажным фактором в выборе САМ-системы стала качественная техническая поддержка со стороны разработчика», — добавляет г-н Редхэд, — «Delcam предоставила нам отличные сервисные услуги, особенно когда мы только начали осваивать станок и нам потребовались изменения в постпроцессоре для стойки FIDIA.»

«В целом, мы очень довольны всеми сделанными инвестициями», — подводит итоги г-н Редхэд, — «С момента приобретения наш станок работает по пять дней в неделю и всегда обеспечивает превосходный результат. Мы уже изготовили с его помощью сотни изделий. Принимая также во внимание огромную экономию на размещении внешних заказов, мы рассчитываем, что наш станок Kolb StudioLine M и САМ-система PowerMILL полностью окупят себя за 18 месяцев работы».

www.delcam.ru

CAM-СИСТЕМА PowerMILL В ФИРМЕ Walltopia. ПОКОРЕНИЕ ВЕРШИН

Изготовление на станках с ЧПУ стенов для скалолазания является, пожалуй, одной из самых необычных областей применения CAM-системы PowerMILL. Болгарская фирма Walltopia, всемирно известный производитель скалодромов, выбрала эту разработанную британской компанией Delcam CAM-систему для достижения максимальной производительности пятиосевой фрезерной обработки на новом порталном станке с ЧПУ.

Фирма Walltopia была основана в Болгарии в 1996 году двумя профессиональными альпинистами для массового производства искусственных скалолазных стендов и зацепов (прикрепляемые к гладкой стенке выступы разнообразных форм и размеров, определяющие трассу для восхождения). На сегодняшний день изготовленные Walltopia скалодромы можно встретить в 42-х странах на шести континентах. У этой болгарской фирмы также есть свои региональные представительства в США, Канаде, Австрии, Великобритании, Нидерландах и даже России! Среди заказчиков Walltopia встречаются не только спортивные, образовательные и развлекательные учреждения, но также воинские части и подразделения МЧС. Фирма Walltopia является официальным партнером Международной федерации спортивного скалолазания, а ее продукция пользуется заслуженной репутацией как среди профессионалов, так и скалолазов-любителей.

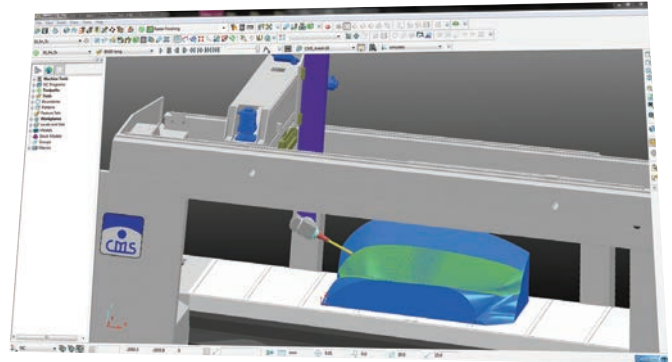


Стремление к инновациям всегда были и остаются главной движущей силой фирмы Walltopia, в которой работает более 300 человек. Фирма выполняет весь спектр работ по проектированию, изготовлению, логистике, монтажу и обучению сотрудников скалодромов. Все скалолазные стенды изготавливаются в Болгарии на современных станках с ЧПУ в крупнейшем в мире специализированном цехе площадью 8000 кв. м. Производственные мощности позволяют изготавливать большие проекты скалодромов — площадь самого крупного скалолазного стенда в мире, построенного Walltopia, составляет порядка 2700 кв. м.

В конце мая 2012 года фирма Walltopia приобрела CAM-систему PowerMILL для разработки управляющих программ для собственного пятиосевого порталного станка с ЧПУ американской марки CMS ARES. После завершения короткого периода настройки и доводки постпроцессора программисты-технологи Walltopia смогли использовать все возможности этого станка на полную мощь, и уже на июльской престижной немецкой выставке Outdoor Show фирма представила свой новый проект скалолазных стендов семейства Space Boulder.

Один из основателей и одновременно генеральный директор фирмы Walltopia Ивайло Пенчев так объяснил причины выбора программного обеспечения компании Delcam: «Для поддержания глобального лидерства на рынке производителей скалодромов наша фирма непрерывно внедряет в производство новые инновационные технологии. Мы в Walltopia предпочитаем работать только с самыми передовыми и конкурентоспособными бизнес-партнерами, поэтому при выбо-

ре CAM-системы наш выбор пал именно на разработку компании Delcam. PowerMILL понравился нам не только своим дружественным пользовательским интерфейсом, но также высокой эффективностью и надежностью разрабатываемых в нем управляющих программ для нашего большого станка с ЧПУ. Эта CAM-система содержит весь необходимый нам арсенал стратегий высокопроизводительной обработки, в том числе и пятиосевой».



Применение CAM-системы PowerMILL позволило фирме Walltopia реализовать весь производственный потенциал станка CMS ARES, а также сократить время разработки управляющих программ благодаря написанию собственных макросов и созданию шаблонов для обработки типовых изделий. В частности, создание специализированных макросов для операций обрезки дисковыми фрезами позволило автоматизировать этот этап процесса разработки управляющих программ и значительно повысить производительность труда по сравнению с ранее использовавшимся «ручным» методом программирования.



Специалисты регионального представительства компании Delcam (болгарская фирма DiTra Ltd.) при внедрении CAM-системы PowerMILL подтвердили свой высокий профессиональный уровень. «Мы на собственном опыте убедились, что компания Delcam — это энергичный и полезный бизнес-партнер», — говорит г-н Пенчев, — «Walltopia заинтересована в продолжении дальнейшей совместной работы».

На прошедшем 8-м Национальном инновационном форуме обе фирмы Walltopia и DiTra были удостоены награды президента Болгарии за достижения в области инноваций за 2012 год.

www.powermill.com

ПЛАЗМЕННАЯ ЗАКАЛКА (ЧАСТЬ 1)

Plasma hardening is an effective means of reducing the wear of the friction parts. The article deals with the mechanisms and features of the process of work-hardening of different steel grades and cast iron. Possibilities of the only serially made the plasma hardening machine are shown.

Закалка представляет собой эффективное средство снижения износа. По мере появления высококонцентрированных источников нагрева (газопламенного, в электролите, ТВЧ, лазерным лучом и др.) их использовали для проведения закалки, что расширяло ее область.

Адаптацию плазменных аппаратов сварки и резки для поверхностной закалки проводили в Нижнетагильском филиале Уральского политехнического института, ныне — Уральского федерального университета (УрФу).

В качестве недостатка процесса было отмечено ведение закалки в автоматическом режиме, когда параметры настройки легко поддерживаются неизменными, а ручное ведение процесса практически невозможно. В современный век роботов и «безлюдных» производств разработка ручной технологии может показаться ошибочной. Однако, ручные технологии, благодаря универсальности, демонстрируют живучесть. Например, сегодня в мире основной объем сварки (более 80%) выполняется электродами или полуавтоматами, т. е. вручную. По аналогии можно было предположить, что с разработкой ручного способа плазменной закалки объемы ее применения возрастут, и произойдет это за счет изделий, которые ранее по тем или иным причинам закалить было невозможно.

Проблема ручной плазменной закалки была решена в 2002 г. в ООО «Композит», созданном в 1990 г. при Нижнетагильском филиале УПИ. Здесь выполнили разработку закалочной установки УДГЗ-200 [1, 2]. В ней предусмотре-

на горелка (рис. 1), небольшие размеры которой делают ее удобной для ручного манипулирования и позволяют добираться до труднодоступных мест, т. е. *упрочнять то, что ранее оставалось без закалки.*

При закалке сварщик перемещает дугу по поверхности со скоростью, обеспечивающей «вспотевание» (состояние предшествующее плавлению) поверхности под дугой. Это контролировать не труднее, чем плавление при сварке, но оно обеспечивает необходимый для закалки нагрев и не допускает грубого оплавления поверхности.



Рис. 1. Закалка установкой УДГЗ-200.

Дуга оставляет на поверхности закаленные полосы шириной 8...12 мм, которые сварщик располагает с некоторым перекрытием. Они окрашены «цветами побежалости», т. е. покрыты тонкой пленкой окислов, которые не оказывают существенного влияния на шероховатость поверхности в диапазоне Rz 4–40 (рис. 2).

Плазменная закалка не дает деформаций, благодаря чему закаленным деталям во многих случаях не требуются финишная шлифовка, что существенно снижает трудоемкость и себестоимость производства.

Закалка происходит за счет отвода тепла в тело детали без подачи воды на место нагрева. Поэтому установка УДГЗ-200 применяется на ремонтных площадках, по месту механообработки и эксплуатации деталей, а не только в термических цехах и специализированных участках.



Рис. 2. плазменная дуга (слева) и закаленная полоса с цветами побежалости.

В состав установки УДГЗ-200 входят: электрический источник питания дуги, горелка закалочная, блок водяного охлаждения горелки.

Технические характеристики установки УДГЗ-200

Масса	(20 + 0,5 + 20) кг
Напряжение сети	380 В
Мощность	10 кВт
Производительность	25...95 см ² /мин
Расход рабочего газа (аргона)	15 л/мин
Глубина закалки	0,5–1,5 мм
Твердость закалки	HRC до 65

Работу на установке осваивают сварщики 2–3 разрядов. Ее наличие восполняет отсутствие печей для закалки, цементации, установок ТВЧ; делает закалку экологически чистой.

Закалка установкой УДГЗ-200 может быть механизирована, автоматизирована и роботизирована (рис. 3), что позволяет применять ее в современных высокотехнологичных производствах.



Рис. 3. Закалка установкой УДГЗ-200 с помощью робота.

УДГЗ-200 – ЕДИНСТВЕННАЯ, ВЫПУСКАЮЩАЯСЯ СЕРИЙНО, СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПЛАЗМЕННОЙ ЗАКАЛКИ (ТУ 3862-001-47681378-2007).

В 2008 г. отмечена серебряной медалью на Женевском салоне изобретений и инноваций. Более 50 установок поставлены на предприятия России, Украины, Казахстана.

Преимущества:

- Закалка происходит без подачи воды на деталь, за счет теплоотвода в ее тело, поэтому возможно применение не только в термических цехах, но и на ремонтных площадках, по месту обработки и эксплуатации деталей.
- Простота эксплуатации – работу осваивают сварщики 2–3 разрядов.
- Закалка, оставляя на поверхности цвета побежалости, не приводит к существенному ухудшению шероховатости в диапазоне Rz 4...40, не дает деформаций, благодаря чему многие закаленные детали идут в эксплуатацию без финишной шлифовки. Это сокращает процесс изготовления, снижает себестоимость.

- Твердый (HRC 45...65) слой закалки (0,5–1,5 мм) многократно увеличивает срок службы: крановых рельс и колес, зубчатых и шлицевых соединений, канатных блоков, футеровочных плит, вырубных, формовочных, вытяжных штампов и проч.



«Транзит Сервис»
г. Екатеринбург, ул. Амундсена 107
Тел. 8-800-775-9056
E-mail: sales@transitservice.ru
www.transitservice.ru

VNITEP

ADVANCED LASER CUTTING TECHNOLOGY

ЗАО ВНИТЭП
141980, Московская обл., г. Дубна
ул. Университетская, 9
Тел.: (495) 925-35-49, 740-77-59
(49621) 7-06-58
e-mail: laser@vnitep.ru
<http://www.vnitep.ru>

**ИЗГОТОВЛЕНИЕ, СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ
МОНТАЖ И ПУСКО-НАЛАДОЧНЫЕ РАБОТЫ
ГАРАНТИЯ НА ОБОРУДОВАНИЕ 2 ГОДА**



КОМПЛЕКС ЛАЗЕРНОГО РАСКРОЯ МЕТАЛЛА

КС «НАВИГАТОР»

- Координатный стол с двумя сменными палетами и палетой для сбора технологических отходов
- Иттербиевый волоконный лазер до 4 квт
- Чиллер
- Компрессор Atlas Copco
- Вентиляционная установка с внутренней установкой
- Программное обеспечение

МОДЕЛИ ЛАЗЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ

	КС-3В	КС-4В	КС-5В	КС-6В	КС-7В	КС-8В
Х, мм	3050	4050	3750	7050	7050	9250
У, 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

Твердый (HRC 45...65) слой закалки (0,5...1,5 мм) многократно увеличивает срок службы крановых рельсов и колес, зубчатых и шлицевых соединений, канатных блоков, вырубных, формовочных, вытяжных штампов и других ответственных деталей.

Скорость охлаждения при плазменной закалке

Расчет скорости охлаждения при закалке установкой УДГЗ-200 по теории Н. Н. Рыкалина выполнен в работе [3]. Результаты показали, что скорости охлаждения 11459–286°C/с частью больше, а частью меньше скорости охлаждения при закалке в воде, составляющей 500°C/с, но существенно выше скоростей охлаждения при сварке (15°C/с), при которых происходит закалка [4]. Таким образом, при плазменной закалке крупных деталей установкой УДГЗ-200 скорости охлаждения достаточны, чтобы проводить ее без дополнительного охлаждения водой.

На скорость охлаждения оказывают влияние размеры детали. Поверхности, расположенные вблизи дуги, дают отражение теплового потока и вызывают автоподогрев, способный в некоторых случаях подавлять мартенситное превращение. Для типичных режимов закалки установкой УДГЗ-200 по методике работы [5] находилась критическая толщина пластины, при которой скорость охлаждения снижается до 80% от скорости охлаждения в массивном теле. Установлено, что для режимов с высокой погонной энергией (22000 Дж/см) критическая толщина пластины составляет ~40 мм, а для режимов с низкой погонной энергией (1700 Дж/см) — приблизительно 3 мм.

Для экспериментальной проверки расчета использовалась термопара хромель-алюмель ТХА (К). Ее сваренные концы плотно закрепляли в отверстиях тонких (толщиной 3 и 4 мм) пластин из стали 45. Закалка выполнялась на токе 200 А при скорости 20 м/ч, т.е. с высокой погонной энергией. Показания термопар снимались на измеритель ТРМ-200 и через адаптер сети АС 4 передавались на компьютер, строились графики изменения температур в зависимости от времени, по которым определялись скорости охлаждения.

Установлено, что при низких температурах в обоих случаях происходит резкое замедление остывания, что свидетельствует о наступлении «автоподогрева», т.е. об увеличении температуры всего образца. У более тонкой пластины (3 мм) замедление остывания начинается при температуре 400°C, которая выше точки начала мартенситного превращения в стали 45 (M_s 350°C), что делает маловероятным получение закалки. В пластине толщиной 4 мм температура «автоподогрева» (200°C) ниже начала мартенситного превращения, что допускает закалку. В связи с этим на ней выполнено измерение микротвердости. Установлено, что упрочнение составляет HV 350...380, т.е. произошла неполная закалка.

Исследовано влияние внешнего охлаждения на твердость при плазменной закалке. Для этого увеличили толщину образца до 27 мм и погрузили его в воду на половину высоты. На образце закалили одну за другой, с частичным перекрытием, две полосы. Измерения микротвердости представлены на **рис. 4**. Из него видно, что от нагрева плазменной дугой микротвердость увеличилась более чем вдвое: с HV~300 до HV 700...800. В месте перекрытия полос (двойной закалки) имеется возрастание микротвердости до HV 800...900, а в зоне термического влияния второй полосы на первую — снижение микротвердости до HV 600...700 вследствие протекания отпускных процессов.

Приведенные исследования скоростей охлаждения при плазменной закалке установкой УДГЗ-200 позволяют сделать следующие выводы.

- Скорость охлаждения при плазменной закалке массивных тел в области (750–500°C) превращения аустенита в «мягкий» перлит, существенно превосходит «критическую». Это допускает веление закалки без сопутствующего охлаждения водой, которое необходимо при закалке с нагревом в печах, ТВЧ или газовым пламенем. Полученный результат имеет важное практическое значение, ибо организация рабочего места для закалки без подачи и сбора воды существенно проще, чем с ними.

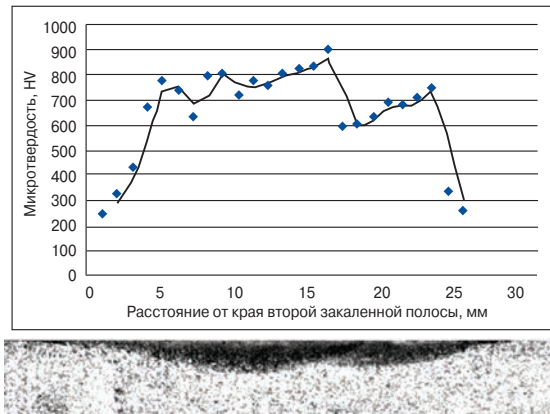


Рис. 4. Поперечное сечение образца (сталь 45) с двумя полосами закалки плазменной дугой (внизу); распределение микротвердости (нагрузка 500 г-с) на глубине от поверхности 0,1 мм (вверху).

- Скорости охлаждения в области мартенситного превращения (~400°C) ниже, чем в области перлитного превращения. Это благоприятствует предупреждению закалочных трещин, т.е. качественному выполнению закалки. В практике термической обработки для получения такого эффекта используют прием охлаждения «через воду в масло». Но при плазменной закалке он присутствует естественным образом, что делает процесс технологически привлекательней.

- При плазменной закалке пластин происходит замедление охлаждения и подавление (в той или иной мере) мартенситного превращения, но применение водяного охлаждения позволяет закаливать пластины из углеродистой стали на максимальную твердость HV 700...800.

Плазменная закалка сталей

Низкоуглеродистая сталь

Структура углеродистых сталей представляет собой чередование ферритных и перлитных зерен. В зависимости от содержания углерода меняется их соотношение. В низкоуглеродистых сталях преобладает феррит. При печном (медленном) нагреве углерод, сконцентрированный в перлитных зернах, успевает распределиться по всему металлу. Его концентрация по сравнению с концентрацией в зернах перлита (0,8%) уменьшается до марочного значения (0,1–0,2%), что не позволяет низкоуглеродистым сталям закаливаться с печного нагрева. По этой причине закалка низкоуглеродистых сталей в промышленности не применяется.

В работе [6] показано, что с увеличением скорости нагрева температурный интервал ($\alpha - \gamma$) превращения увеличивается. Исчезновение исходных фаз происходит в иной последовательности: при полном исчезновении феррита на месте

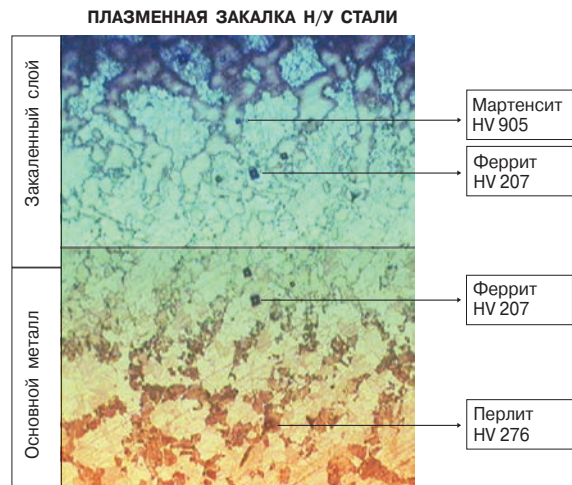


Рис. 5. Микротвердость структурных составляющих низкоуглеродистой стали (0,2% C) до (внизу) и после (вверху) плазменной закалки. Увеличение 500 раз.

Тел.: +7 (495) 430-7451, факс: +7 (495) 735-6685
 Адрес: 119602, г. Москва, ул. Коштыянца, д. 20, кор. 3, офис 3
 www.a-optics.com, info@a-optics.com



ОПТИКА ДЛЯ ЛАЗЕРНЫХ СТАНКОВ НА ОСНОВЕ ВОЛОКОННЫХ И CO₂ ЛАЗЕРОВ

В зависимости от типа лазера и оптической головки предлагаются следующие стандартные оптические элементы:

- Линзы;
- Зеркала, в т.ч. сканирующие зеркала;
- Защитные стекла; Светоделители;
- Затворы;
- Оптомеханика;
- Измерители энергии и мощности лазерного излучения;
- Анализаторы профиля пучка и спектра излучения;
- Защитные очки от лазерного излучения;

P / N	Описание	Изделие	P / N	Описание	Изделие	P / N	Описание	Изделие
MO-1001	Линза(Мениск), Ø25 мм	Коллиматор Ø25, f60	MO-1009	Линза фокусирующая F200, Ø25 мм	Головка Оптическая Ø25	MO-1017	Линза фокусирующая F400, Ø38 мм	Головка Оптическая Ø38
MO-1002	Линза(Мениск), Ø25 мм	Коллиматор Ø25, f60	MO-1010	Линза(Мениск), Ø38 мм	Коллиматор Ø38, f73	MO-1018	Линза фокусирующая F500, Ø38 мм	Головка Оптическая Ø38
MO-1003	Защитное стекло, Ø26.6 x 5мм	Головка Оптическая Ø 25	MO-1011	Линза(Мениск), Ø38 мм	Коллиматор Ø38, f73	MO-1019	Линза фокусирующая F600, Ø38 мм	Головка Оптическая Ø38
MO-1004	Защитное стекло, Ø25 x 2мм	Головка Оптическая Ø25	MO-1012	Линза фокусирующая F100, Ø38 мм	Головка Оптическая Ø38	MO-1020	Защитное стекло, Ø38 x 9.8мм	Головка Оптическая Ø38
MO-1005	Защитное стекло, Ø25 x 3мм	Головка Оптическая Ø25	MO-1013	Линза фокусирующая F150, Ø38 мм	Головка Оптическая Ø38	MO-1021	Защитное стекло, Ø50 x 1мм	Головка Оптическая Ø38
MO-1006	Линза фокусирующая F100, Ø25 мм	Головка Оптическая Ø25	MO-1014	Линза фокусирующая F200, Ø38 мм	Головка Оптическая Ø38	MO-1022	Защитное стекло, Ø50 x 2мм	Головка Оптическая Ø38
MO-1007	Линза фокусирующая F120, Ø25 мм	Головка Оптическая Ø25	MO-1015	Линза фокусирующая F250, Ø38 мм	Головка Оптическая Ø38	MO-1023	Защитное стекло, Ø50 x 3мм	Головка Оптическая Ø38
MO-1008	Линза фокусирующая F150, Ø25 мм	Головка Оптическая Ø25	MO-1016	Линза фокусирующая F300, Ø38 мм	Головка Оптическая Ø38			



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 CO₂-лазерами «Rofin-Sinar».
- лазерные раскройные станки с CO₂-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 обрабатываемых 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 ИПЭ-Полус), 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@nprapid.ru, nprapid@yandex.ru <http://www.nprapid.ru>



карбидных частиц могут сохраняться участки с высокой концентрацией углерода. Эти участки в случае последующего быстрого охлаждения становятся способными воспринимать закалку, т.е. упрочняются.

Производилась закалка низкоуглеродистой стали установкой УДГЗ-200 с низкой погонной энергией [7]. Изменения структуры и твердости приведены на **рис. 5**. На нем видно, что в закаленном слое (верх) прослеживается наследственный характер исходной структуры (низ). Как и в исходной структуре в нем имеются зерна феррита (HV 207), но на месте перлитных зерен (HV 276) образовались зерна мартенсита с высокой микротвердостью (HV 905).

Полученный результат указывает на новые возможности в упрочнении корпусных частей машин и оборудования. Они изготавливаются из низкоуглеродистых сталей и термическому упрочнению не подвергаются. По этой причине их контактирующие поверхности быстро изнашиваются и становятся причиной частых и трудоемких ремонтов. Установкой УДГЗ-200 этот недостаток может быть устранен.

Сталь 70 (рельсовая)

Производилась закалка с поперечными колебаниями полос шириной 20–35 мм на головке рельса ($L = 1$ м, HRC 27) на участке 100 мм от торца. Затем вырезали темплет и приготовили шлиф, на котором измерили твердость и глубину закаленного слоя. Результаты приведены в **табл. 1**. По ней можно заключить, что при увеличении тока от 95 до 110 А глубина закалки увеличилась в ~ 2 раза, а твердость — на 23%. Последующее увеличение тока со 110 до 140 А сопровождалось незначительным ростом толщины закаленного слоя и его твердости. При этом твердость достигла предельного для данной стали значения.

Таблица 1.

Твердость и толщина слоя плазменной закалки на головке рельса

Сила тока, А	Глубина закалки (max), мм	Твердость закаленной поверхности, HRC
95	1,1	49
110	2,0	60
125	2,1	64
140	2,2	64

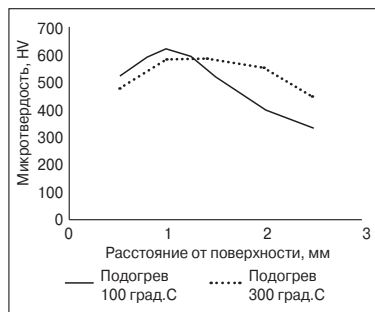


Рис. 6. Влияние подогрева на микротвердость плазменной закалки головки рельса.

Таблица 2.

Влияние плазменной закалки на износостойкость рельсовой стали

Сталь 70	Колодка			Диск			
	HV	Износ*, г	$K_{из}$	Сталь 65Г	HV	Износ*, г	$K_{из}$
Без закалки	280	1,50740	1,0	Без закалки	314	2,1246	1,0
С плазменной закалкой	877	0,01242	121,0	Без закалки	314	1,0208	2,1

* Суммарный за 20 минут испытаний; средний по 5 парам.

ее в 2,1 раза. Феноменальное увеличение стойкости в результате плазменной закалки объясняется сменой механизма изнашивания. Поверхности трения без упрочнения имеют возможность «схватываться», т.е. образовывать выступами микронеровностей точечные сварные соединения, которые создают абразивный фактор и ускоряют износ. Исключение явлений схватывания за счет упрочнения закалкой изменило характер изнашивания, который приобрел характер «усталостного диспергирования», что обычно многократно замедляет износ [9].

Сталь 38ХС

Производилась закалка зубьев шестерни из стали 38ХС, **рис. 7**. Установлено [11], что структурообразование в закаленном слое, как в случае закалки низкоуглеродистой стали, имеет наследственный характер. В нем сохранились фрагменты изначальной перлитной структуры с низкой микротвердостью HV344. У поверхности их меньше; здесь преобладает аустенитно-мартенситная структура с высокой твердостью HV783. По мере углубления доля аустенито-мартенсита уменьшается с понижением его твердости до HV668...568. Исходная структура стали представляет феррито-перлит с микротвердостью перлита HV 239.

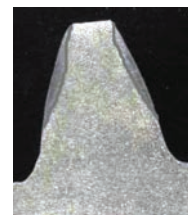


Рис. 7. Макрошлиф закаленного зуба.

Стали 5ХНМ и 5ХВ2С

Данные стали относятся к категории штамповых и применяются в упрочненном состоянии с объемной закалкой и отпуском на твердость \sim HRC 45. Поэтому плазменная закалка производилась на образцах в нормализованном и упрочненном (объемная закалка с отпуском) состояниях.

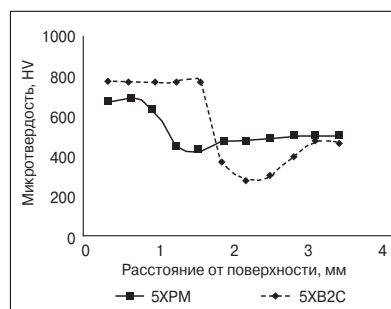


Рис. 8. Распределение микротвердости по глубине плазменной закалки на образцах, прошедших предварительную объемную закалку с отпуском.

В обоих случаях твердость увеличилась до одного и того же уровня. Но в предварительно упрочненных образцах на границе слоя плазменной закалки имелось снижение твердости ниже начального уровня (**рис. 8**). Это связано с нагревом до температур высокого отпуска.

Можно отметить, что разупрочнение стали 5ХНМ произошло в большей мере (до HV 280), чем стали 5ХВ2С (до HV 400), что указывает на более высокую жаропрочность последней.

Сталь 20Х13

На образце из стали 20Х13 (**рис. 9**) с шагом 7 мм закалили три полосы, приготовили шлиф и изучили микротвердость закаленного слоя (**рис. 10**). Можно отметить, что глубина упрочненного слоя на двух участках закаленных в последнюю очередь, больше, чем на первом участке, что объясняется автоподогревом образца во время закалки. Поверхностные слои на всех трех участках имеют высокую твердость.

Проведенные исследования плазменной закалки сталей позволяют сделать следующие выводы.

Углеродистые и легированные стали под воздействием плазменной закалки существенно увеличивают твердость.

В закаленных слоях низко- и среднеуглеродистых сталей прослеживается наследственная неоднородность исходной структуры, т.е. локальная закалка на максимальную твердость перлитных зерен.



Рис. 9. Порядок закалки образца из стали 20Х13.

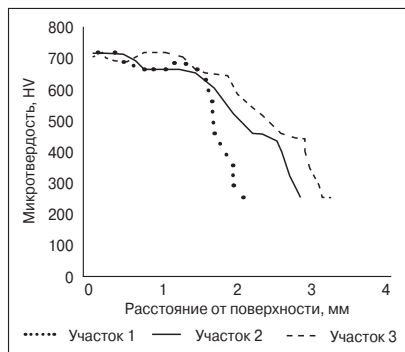


Рис. 10. Линейная аппроксимация распределения микротвердости на закаленных участках образца на рис. 9.

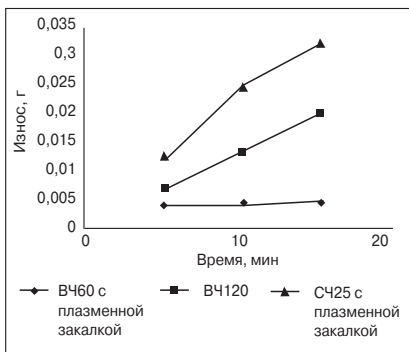


Рис. 12. Износ чугунных колодок при трении о диск из стали 30ХГСА на машине трения МИ-1.

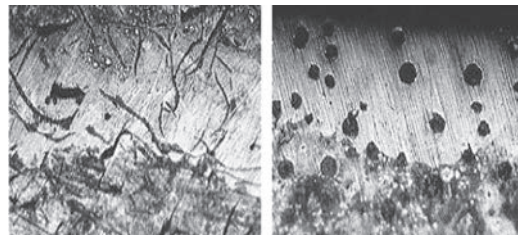


Рис. 13. Микроструктура слоя плазменной закалки на чугунах: СЧ25 (слева) и ВЧ60 (справа). Увеличение в 100 раз.

Плазменная закалка высокоуглеродистой рельсовой стали (70) снизила износ более чем в сто раз. При этом не только не произошло ускорения, но наблюдалось замедление износа сопряженного неупрочненного образца. Отсюда следует, что распространное среди механиков убеждение, что упрочнение одной детали вызывает ускоренное изнашивание сопрягаемой с ней, по меньшей мере, не всегда верно.

Плазменная закалка чугуна

Легированные чугуны типа ЧНХМД используются при изготовлении штампового инструмента. Исследовалась возможность упрочнения их плазменной закалкой. На образце размером 35×305×155 мм закалили дорожки на токах 100, 140 и 180 А, после чего вырезали темплеты, на которых приготовили шлифы, измерили ширину и глубину закаленных дорожек, шероховатость и твердость поверхностей. Результаты приведены в табл. 3.

Таблица 3.
Параметры полос плазменной закалки на чугуне ЧНХМД

Ток, А	Твердость, НВ (МЕТ-УД)		Ширина закалки, мм	Глубина закалки, мм	Шероховатость, Ra	
	до закалки	после закалки			до закалки	после закалки
100			11	1,3		
140	345	550	12	1,4	5,0	10,0
180			15	2,1		

На рис. 11 приведены характерные структуры и значения микротвердости закаленного слоя по мере удаления от по-

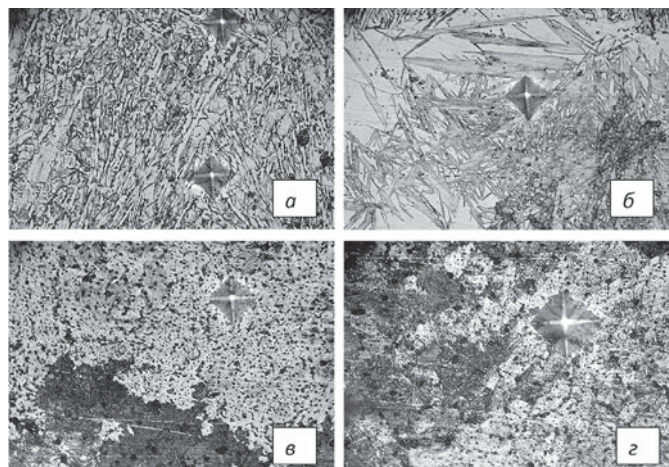


Рис. 11. Микроструктура закаленного слоя в чугуне по мере удаления от поверхности (увеличение 450 раз): а – дисперсный ледобурит в зоне оплавления, НВ 1247; б – мартенсито-аустенит, НВ 1010; в – мартенсит с включениями графита, НВ 861; г – перлит с частицами графита, НВ 343.

верхности. Можно отметить высокие значения микротвердости по всей толщине закаленного слоя с образованием дисперсного ледобури-та, аустенито-мартенсита и мартенсита.

Для испытаний на износостойкость на машине трения по схеме «диск-колодка» были приготовлены колодки из различного чугуна: ВЧ120, ВЧ60, СЧ25, а диски — из стали 30ХГСА (НВ 330). Половина колодок была упрочнена плазменной закалкой. Испытания проводились без смазки 4 цикла по 5 мин. Результаты представлены на рис. 12 [10].

Чугун ВЧ60 без плазменной закалки не выдержал даже одного цикла, получив износ 5 г на глубину 3 мм, т.е. больше обычного в 250 раз. Еще больше был износ серого чугуна СЧ25, поэтому эти результаты на графике не приведены. Наименьший износ получил чугун ВЧ60 с плазменной закалкой, который оказался меньше износа чугуна ВЧ120 на 50%. Износ серого чугуна СЧ25 с плазменной закалкой, хотя и больше износа ВЧ120 на 84%, но не катастрофичен как износ СЧ25 без плазменной закалки. Микроструктура закаленного чугуна представляет собой плохо травящийся слой с включениями пластинчатого (в СЧ25) и шаровидного (в ВЧ60) графита (рис. 13, при увеличении в 100 раз).

Полученные результаты позволяют рекомендовать плазменную закалку как эффективное средство упрочнения чугуна.

Многочисленные примеры промышленного применения плазменной закалки будут рассмотрены в номере 1'2014.

Коротков Владимир Александрович
Профессор Нижнетагильского технологического института (филиал) Уральского федерального университета им. первого Президента России Б. Н. Ельцина
Тел.+7 (950) 656-25-75, vk@udgz.ru

Литература

1. Пат. 2313581 Российская Федерация. Способ ручной плазменной закалки / В. А. Коротков, И. Д. Михайлов, Э. Ж. Агофонов [и др.]. — Бюл. № 36 от 27.12.2007.
2. Коротков, В. А. 10 лет применению ручной плазменной закалки / В. А. Коротков // Тяжелое машиностроение. — 2012. — № 1. — С. 2–5.
3. Коротков, В. А. Исследование влияния скорости охлаждения на качество поверхностного слоя при плазменной закалке / В. А. Коротков, С. П. Ананьев, А. В. Шекуров // Сварочное производство. — 2012. — № 3. — С. 23–27.
4. Сварка в машиностроении: справ. в 4-х тт. Т. 1 / редкол.: Г. А. Николаев [и др.]; Т. 1 под ред. Н. А. Ольшанского. — М.: Машиностроение, 1978. — 504 с.
5. Теория сварочных процессов / под ред. В. В. Фролова. — М. Высш. шк., 1988. — 559 с.
6. Кидин, И. Н. Фазовые превращения при ускоренном нагреве стали / И. Н. Кидин. — М.: Металлургиздат, 1957. — 94 с.
7. Коротков, В. А. Новое в поверхностной закалке. // Главный механик, 2010. — № 5. — С. 18–26.
8. Ананьев, С. П. Исследование износостойкости материала крановых рельс и колес / С. П. Ананьев, В. А. Коротков // Вестник машиностроения, 2011. № 8. С. 35–37.
9. Гаркунов, Д. Н. Триботехника. — М.: Машиностроение, 1989. — 328 с.
10. Коротков, В. А. Износостойкость материалов с плазменной закалкой / В. А. Коротков // Трение и износ. — 2011. — № 3. — С. 23–29.
11. Коротков, В. А. Плазменная закалка чугунных штампов / В. А. Коротков, А. В. Шекуров, Д. С. Бабайлов, А. С. Зотов // Ремонт. Восстановление. Модернизация. — 2007. — № 1. — С. 31–34.

СВАРКА ТРЕНИЕМ ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ

New method of Friction Stir Welding (FSW) is by the effective method of receipt of high-quality connections of constructions of different geometry. In the article advantages of the method and influence of basic parameters of process on quality of the weld-fabricated guy-sutures are shown, examples of the executed works are made.

Сварка трением перемешиванием (СТП) является относительно новым методом получения неразъемных соединений материалов (запатентована The Welding Institute in UK (TWI), (Великобритания)) в 1991 году [1]. На этот способ сварки имеется более раннее отечественное авторское свидетельство СССР [2].

Выполненные в последние годы исследования показали, что СТП является эффективным способом получения высококачественных соединений конструкций различной геометрии, включая листовые материалы, пространственные профильные конструкции, трубы, восстановления изношенных деталей, модифицирования и улучшения структуры материалов, залечивания трещин и литейных дефектов. Обладая широкими технологическими возможностями по получению неразъемных соединений деталей узлов, она может быть использована в качестве альтернативы заклепочным соединениям, контактной, шовной электродуговой, электроннолучевой и лазерной сваркам, сваривания разнородных материалов. Таким образом, СТП становится универсальной технологией, имеющей большие перспективы в различных отраслях производства [3]. По мнению ведущих мировых экспертов, данный процесс является революционным в области сварки листовых материалов из легких сплавов (алюминиевых и магниевых). Эту технологию считают ключевой для создания авиационной техники пятого поколения. Толщины свариваемых ПСТ листовых материалов достигли для алюминиевых сплавов 110 мм, а для сталей и никелевых сплавов 45 мм.

НЕОБХОДИМО ОТМЕТИТЬ СЛЕДУЮЩИЕ КЛЮЧЕВЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА СТП

Металлургические и производственные:

- сварка в твердой фазе;
- низкие деформации свариваемых изделий;
- высокая размерная стабильность и повторяемость процесса;
- отсутствует «выгорание» легирующих элементов;
- высокие прочностные свойства сварного шва;
- мелкозернистая рекристаллизованная структура сварного шва;
- отсутствие усадочных трещин;
- высокая скорость сварки;
- не требуется дополнительная термическая обработка шва;
- широкая номенклатура свариваемых материалов.

Экологические:

- не требуются защитные газовые среды;
- минимальные требования к очистке свариваемых поверхностей;
- не требуется флюсов;
- отсутствует выделение вредных веществ.

Энергетические и экономические:

- низкое потребление энергии (2,5% от энергии, потребляемой при лазерной сварке, 10% от энергии, потребляемой при дуговой сварке);
- снижение веса конструкций;
- не требуется присадочных материалов;
- быстрая окупаемость, обусловленная низким потре-

блением энергии и отсутствием расходных материалов;

- уменьшение производственного цикла на 50...75% по сравнению с обычными способами сварки, например, дуговой;
- не требуется специальной разделки кромок под сварку и обработки шва после нее.

СТП получает широкое применение во многих отраслях производства. В авиаракетостроении для сварки ответственных конструкций фюзеляжа, баков, панелей различного назначения (NASA, Lockheed-Martin Corp., Boeing, Airbus Integrated Company, Wisconsin Center for Space Automation & Robotics, Oak Ridge National Laboratory, MTS Systems, ГКНПЦ им. М. В. Хруничева и др.). В судостроении ПСТ используется для сварки корпусов маломерных судов, например, военный катер Littoral Combat Ship сваривается по технологии фирмы Friction Stir Link, Inc.. СТП является базовой технологией фирмы Hitachi Rail Systems в производстве железнодорожных вагонов A-train и японского высокоскоростного поезда (Shinkansen). Имеется опыт сварки трубопроводов. Специализированное оборудование для СТП выпускается фирмами MTS Systems Corporation, Novatech engineering inc., Friction Stir Link, Inc. (США), Danish Stir Welding Technology (DanStir) (Дания), ESAB (Швеция), Osaka East Urban Area, Osaka Cast и Hitachi (Япония), TWI (Англия) и др.

Работы по СТП выполняются и курируются The Welding Institute in UK (TWI) (Великобритания), NASA, Lockheed-Martin Corp., Boeing, Wisconsin Center for Space Automation & Robotics, Oak Ridge National Laboratory MTS Systems Corporation, Thompson Friction Welding (США), Imhof Hartchrom GmbH и Klaus Raiser GmbH (Германия), Hidetoshi Fujii и исследовательским центром JWRI при Osaka University (Япония), Shanghai puda friction welder co., ltd. (Китай) и другими корпорациями и компаниями.

Расширяющееся применение сварки трением обусловлено высоким качеством получаемых сварных соединений. Перемешивание металла в твердой фазе в условиях «теплой» деформации иногда создает микроструктуры более прочные, чем основной материал. Обычно прочность на растяжение и усталостная прочность сварного шва составляет 90% от характеристик основного материала на уровне, обеспечиваемом применением дорогостоящих электронно-лучевой, диффузионной и лазерной сварок. Сварка трением может выполняться в различных позициях (вертикальной, горизонтальной, под наклоном, снизу вверх и т.д.), поскольку силы гравитации в данном случае не играют роли. Обеспечивается возможность сваривания разнородных материалов, термопластичных пластиков и композиционных материалов. При выполнении сварочных операций не требуется предварительной очистки рабочих поверхностей, отсутствует разбрызгивание расплавленного металла, нет необходимости в присадочных материалах. Немаловажен тот факт, что при наличии специальной оснастки и инструмента сварка трением может выполняться на обычном металлорежущем оборудовании универсальных фрезерных станках и станках с ЧПУ, а также с использованием робототехнических систем. При прочих равных условиях, по сравнению с традиционными процессами дуговой и контактной сварки, СТП имеет энергопотребление в 2...5 раз меньшее. Эти факторы обуславливают то, что применение СТП ежегодно возрастает на 15...20%.

В настоящее время в российских организациях накоплен опыт перемешивающей сварки трением различных алюминиевых сплавов. Такие исследования в лабораторных условиях выполнялись в ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей», ФГУП «ВИ-АМ», МГТУ им. Н. Э. Баумана, ГКНПЦ имени М. В. Хруничева, ФГУП «НПО Техномаш», ОАО «ВНИИАЛМАЗ», ЗАО «Сеспель» и др. Они подтвердили высокую эффективность СТП. На данном этапе главной задачей является создание и организация производства универсализированного и специального обо-

рудования и инструмента. К сожалению, в нашей стране промышленное оборудование для СТП не производится.

Сварка трением перемешиванием является процессом соединения материалов в твердом состоянии, при котором специальный вращающийся инструмент, конструктивно состоящий из плоского или профилированного основания (бурта) и расположенного на нем наконечника с различным профилем (пина), перемещается вдоль поверхностей стыка свариваемых деталей (рис. 1). Трение бурта и пина в контакте со свариваемым материалом вызывает тепловыделение,

за счет которого происходит размягчение материала. Процесс трения при СТП сопровождается пластической деформации тонких приконтактных слоев, в которых реализуется внутреннее трение. Основными функциями пина являются перемешивание и перенос материала путем его экструзии между поверхностью инструмента и не размягченным материалом, а бурта — создание избыточного давления в зоне сварки.

Давление бурта инструмента в зоне стыка вызывает пластическую деформацию и течение пластифицированного металла, перемешиваемого профилированным наконечником. Таким образом, соединение осуществляется в условиях экструзии с проковкой материала при высоких скоростях относительной деформации.

Силы трения и напряженное состояние деформируемого объема материала зависят от закономерностей изменения физико-механических свойств свариваемых материалов в процессе СТП, обусловленных такими факторами как температура, степень и скорость деформации, геометрия инструмента и технологические режимы.

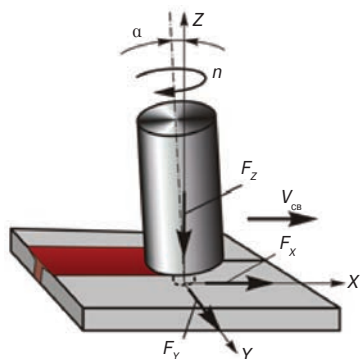


Рис. 1. Схема сварки трением перемешиванием.

ОСНОВНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ ПРОЦЕССА СТП ЯВЛЯЮТСЯ:

1. Сила, действующая на инструмент в процессе сварки

Ее принято раскладывать на составляющие (рис. 1) в декартовой системе координат:

- F_x — сила, действующая в направлении сварки (вдоль шва);
- F_y — сила, действующая перпендикулярно направлению сварки в плоскости параллельной или касательной (при сварке криволинейных поверхностей) поверхностям стыкуемых элементов (плоскость сварки);
- F_z — сила, действующая в направлении перпендикулярном плоскости сварки.

Очевидно, что величины действующих сил зависят от материалов свариваемых заготовок, температур в зоне сварки, скорости сварки, геометрии сварочного инструмента и его ориентации (наклона) относительно плоскости сварки. При прочих равных условиях значения силы растут с уменьшением температуры и увеличением скорости сварки. Высокие значения сил могут привести к разрушению инструмента.

2. Скорость сварки, $v_{св}$

Определяется скоростью перемещения инструмента в направлении сварки. Малые скорости сварки могут привести к перегреву материала, изменению условий термомеханического воздействия, увеличению зоны термического влияния и, как следствие, снижению прочностных характеристик сварного соединения.

3. Частота вращения инструмента

Вращение инструмента обеспечивает нагрев материала тепловыделением при трении и его перенос в процессе движения инструмента вдоль шва от фронтальной к тыловой части зоны сварки. Увеличение частоты вращения инструмента повышает тепловыделение, интенсифицирует перенос материала и его перемешивание. Если материал недостаточно прогрет, то за пином могут образовываться свободные пространства, приводящие к несплошности шва, кроме того, на инструмент действуют большие силы, способные при-



ВЕДУЩИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ
ГАЗСВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ
ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛОВ

**ГАЗОПЛАМЕННАЯ
АППАРАТУРА,
ПРОВЕРЕННАЯ
ВРЕМЕНЕМ!**

**КАЧЕСТВО
ПО ДОСТУПНОЙ ЦЕНЕ!**



ГАЗОПЛАМЕННАЯ АППАРАТУРА ПОВЫШЕННОЙ НАДЕЖНОСТИ МАРКИ НОРД-С®

Полная информация
у официальных дилеров,
в специализированных
магазинах и на сайте:

www.nord-s.com

Сделано в России.

Не содержит китайские комплектующие.

Вся продукция сертифицирована. НОРД-С® — зарегистрированный товарный знак (знак обслуживания)



Рис. 2. Зоны режимов СТП:
1 — высокие нагрузки на инструмент, дефекты в виде непроваров из-за недостаточного разогрева; **2** — область оптимальных условий сварки; **3** — сложность поддержания условий сварки, перспективная область режимов сварки, обеспечивающая высокую производительность (высокоскоростная СТП); **4** — перегрев металла и ухудшение его структуры, образование задигов и схватывание с инструментом, заглупление инструмента.

к образованию дефектов в виде непроваров на наружной поверхности шва, а если угол наклона слишком велик, — возможно нарушение сплошности шва у корня с образованием тоннельного дефекта.

5. Глубина погружения бурта инструмента

Определяется как расстояние от поверхности заготовки до нижнего положения торца бурта. Практически важными являются глубина заглупления бурта и положение конца пина в корне сварного шва. Глубина погружения должна обеспечивать условия проковки шва на всю толщину свариваемого материала и исключение образования дефектов. Недостаточное заглупление бурта инструмента в свариваемый материал приводит к увеличению объема, который должен заполняться пластифицированным металлом при формировании шва, и, как следствие, к снижению избыточного давления и образованию несплошностей в швах. Кроме того, выделяется количество тепла, недостаточное для обеспечения требуемого уровня пластификации, необходимого для качественного формирования шва и на лицевой поверхности шва образуются дефекты в виде непровара.

6. Геометрия инструмента

Качество сварки трением перемешиванием и ее производительность во многом определяется геометрией сварочного инструмента. Параметры геометрии инструмента, состоящего из пина и бурта, должны не только обеспечивать качество сварного соединения, создавая требуемые условия термомпластической деформации и массопереноса, но и его

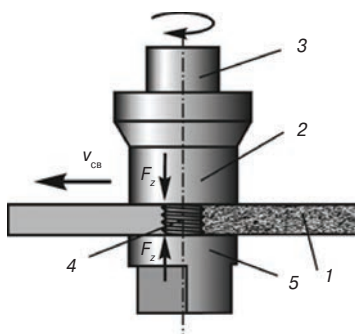


Рис. 3. Схема «катушечной» СТП:
1 — заготовка; **2** — верхний бурт; **3** — устройство регулирования силы F_2 ; **4** — пин; **5** — нижний бурт.

вести к его разрушению. С другой стороны, увеличение температуры выше определенного предела приводит к дефектам, обусловленным перегревом материала (**рис. 2**).

4. Угол наклона инструмента, α

Для улучшения условий формирования сварного соединения инструмент может быть наклонен относительно перпендикуляра к плоскости сварки. Обычно такой наклон производится на угол 1,5... 4,5° в направлении сварки с обеспечением более низкого положения края бурта за ее зоной. Наклон инструмента способствует улучшению условий проковки шва буртом. Если угол наклона слишком мал, то это может привести

к его разрушению. С другой стороны, увеличение температуры выше определенного предела приводит к дефектам, обусловленным перегревом материала (**рис. 2**).

Некоторые характерные конструкции сварочных инструментов приведены на **рис. 4**.



Рис. 4. Рабочие части инструментов для СТП.

При перемешивающей сварке трением сварочный инструмент испытывает интенсивное тепловое и силовое воздействие, которые лимитируют его срок службы. Изменение формы рабочей части инструмента приводит к нарушению стабильности сварочного процесса. Следует отметить также, что попадание частиц износа инструмента в свариваемый материал может неблагоприятно сказываться на качестве сварного соединения.

Для сварки используют инструменты из материалов, приведенных в **табл. 1**.

Таблица 1

Свариваемый материал	Толщина, мм	Материал инструмента
Алюминиевые сплавы	<12	Инструментальные стали, твердые сплавы системы WC – Co
	>12	Сплавы на кобальто-никелевой основе (MP 159)*
Медь и медные сплавы	<50	Никелевые сплавы, кубический нитрид бора (КНБ), вольфрамовые сплавы
Титановые сплавы	<6	Вольфрамовые, вольфрам-рениевые сплавы
Нержавеющие стали	<6	КНБ, вольфрамовые сплавы
Низкоуглеродистые стали	<12	твердые сплавы системы WC – Co, КНБ
Никелевые сплавы	<6	КНБ

* MP159 многофазный сплав, имеющий уникальную комбинацию прочности (1600 МПа), вязкости ($\delta = 12\%$), жаропрочности и жаростойкости. Сплав получают вакуумной индукционной плавкой с контролем процесса отверждения. Сохраняет высокую прочность до температуры 650 °С. Состав MP 159: Al – 0,20%; Cr – 19,0%; Co – 35,7%; Fe – 9,0%; Mo – 7,0%; Ni – 25,5%; Nb, Cb – 0,60%; Ti – 3,0%.

7. Предварительный нагрев или охлаждение

Предварительный нагрев зоны сварки целесообразно выполнять для материалов с относительно высокими температурами плавления, такими как стали, титановые сплавы и проч. с целью снижения действующих сил и повышения стойкости инструмента, ускорения процесса разогрева и увеличения скорости сварки. Обычно для этих целей используют индукционный нагрев.



www.avaltd.ru



www.rollix.com

ПРЕЦИЗИОННЫЕ ПОДШИПНИКОВЫЕ ОПОРНО-ПОВОРОТНЫЕ УСТРОЙСТВА

EXPERT IN SLEWING RING BEARINGS

Фирма «АВА» - представитель французской компании ROLLIX в России.
620219, Россия, г. Екатеринбург, ул. Мамина-Сибиряка, 58-708
Тел.: (343) 355-31-36, 355-31-37. Факс: (343) 355-31-39. e-mail: ava@sky.ru

TELESIS

Сделано в США

Лазерные системы и комплексы

Интегрированные автоматизированные решения

МАРКИРОВКА ДОВЕРИЯ

Иглоударные системы



Продажа в России:



МИКСИС

МОСКВА, Подольских Курсантов, д.3/2
+7(495) 660 84 60 • www.micsys.ru

ООО "Маркирующие Идентификационные Комплексные Системы"

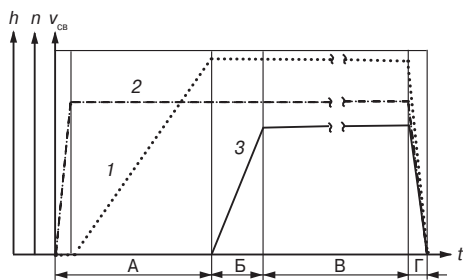


Рис. 5. Характерная циклограмма сварки трением, отражающая изменение режимных параметров: 1 — величина внедрения инструмента h ; 2 — частота вращения инструмента n ; 3 — скорость сварки v .

Охлаждение зоны сварки выполняют для алюминиевых и магниевых сплавов, в первую очередь, для уменьшения роста зерна. Охлаждение выполняют потоком воздуха. Кроме того, СТП может выполняться в воде.

На рис. 5, 6 приведены характерные циклограммы СТП.

В большинстве случаев в зоне сварного шва могут быть выделены четыре различных зоны (рис. 7): зона перемешивания, зона термодформационного воздействия, зона термического влияния и базовый материал.

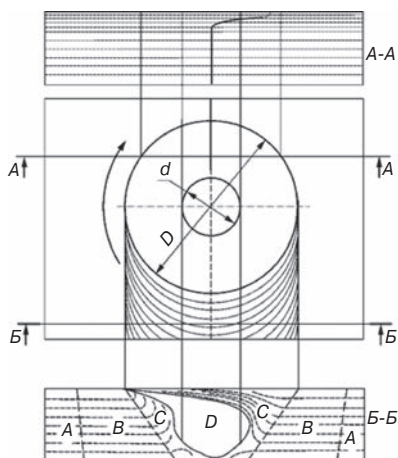


Рис. 7. Формирование шва при СТП с указанием зон в его сечении: А — основной материал; В — зона термического влияния; С — зона термодформационного воздействия; D — зона перемешивания.

Рис. 6. Характерная циклограмма сварки трением, отражающая характер изменения силовых параметров: А — врезание инструмента; Б — пауза; В — перемещение вдоль шва; Г — вывод инструмента; 1 — нормальная (осевая) сила F_z ; 2 — величина крутящего момента; 4 — сила сопротивления перемещению в направлении сварки F_x .

Зона перемешивания имеет мелкие равноосные зерна. Такая структура образуется в результате рекристаллизации при действии интенсивных пластических деформаций и высоких температур.

Макроструктура зоны перемешивания иногда имеет так называемую «луковичную» форму (рис. 8), представляющую собой характерные кольца. Механизм образования подобной структуры связан с экструзией материала в узком

пространстве между инструментом и неразмягченным тепловыделением материалом. Многие исследователи считают, что «луковичная» структура является признаком высокого качества сварного соединения [4].

Зоны термомеханического влияния находятся по обе стороны зоны перемешивания. Пластическая деформация и температура в этих зонах ниже, чем в зоне перемешивания. Следствием этого является образование структуры, имеющей участки мелких и сравнительно крупных зерен, поскольку эта зона рекристаллизована только частично.

В зонах термического влияния зерна имеют большие размеры, поскольку их материал подвергается только воздействию повышенных температур при отсутствии пластических деформаций, что сопровождается ростом зерна. Материал в этой зоне имеет наиболее низкие прочностные свойства.

Применением СТП можно получать различные виды сварных соединений (рис. 9).

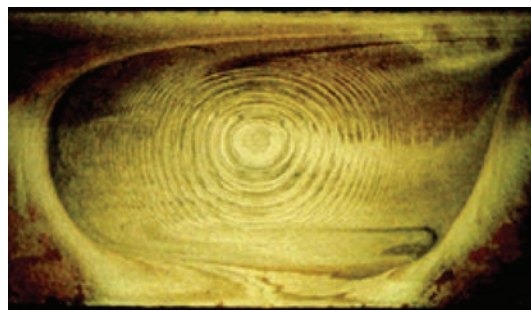


Рис. 8. «Луковичная» макроструктура зоны перемешивания.

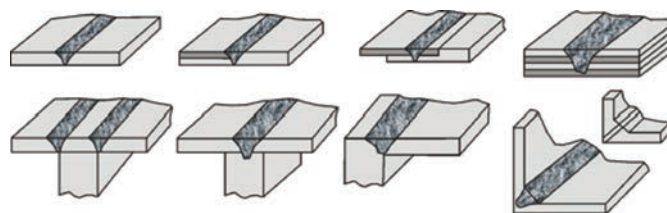


Рис. 9. Сварные соединения, получаемые при СТП.

- Устройства ЧПУ
- УЦИ и датчики всех типов
- Приводы и электромоторы
- Запасные части и комплектующие
- Гарантийное и сервисное обслуживание
- Оборудование и ПО для учебных центров и классов
- Обучение и техническая поддержка

129075 Москва, ул.Аргуновская д.3 корп. 1
Тел/Факс: 8 (495) 787-74-45

FAGOR
FAGOR AUTOMATION

www.fagorautomation.ru
info@fagorautomation.ru

Следует отметить, что СТП может выполняться с присадочным материалом, с дополнительным нагревом, с применением инертных и легирующих сред, с механической и упрочняющей обработкой сварного шва.

На основе СТП разработаны технологии различного назначения: шовная сварка, точечная сварка, наплавка, устранение дефектов материала и его модифицирование, формирование внутренних каналов, пайка, наращи-

30 лет
захватам
SCHUNK
1983 – 2013



смена
захватов на

система быстрой смены **SWS**

90% быстрее

Поворотный модуль
SRH-plus

IP 67

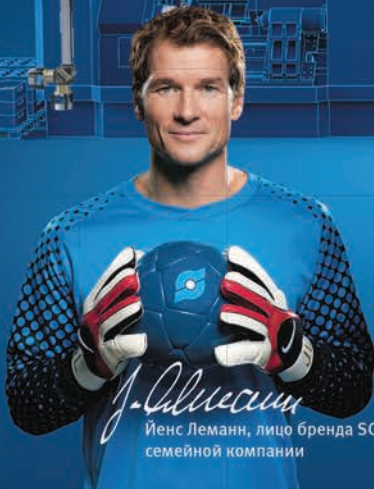
стандартный
класс защиты

PGN-plus

2-х пальцевый
параллельный захват

№ **1**

с мультинаправляющей



J. Lemann
Йенс Леманн, лицо бренда SCHUNK,
семейной компании



Ваша автоматизация.
Пора полностью использовать
ее возможности.

www.ru.schunk.com/machine-potential

Superior Clamping and Gripping

SCHUNK 



Рис. 10. Перемешивающая сварка трением образцов из конструкционной стали инструментом из кубического нитрида бора.



Рис. 11. Образец из конструкционной стали, изогнутый после сварки трением.



Рис. 13. Трубчатые детали из однородных и разнородных материалов, сваренные СТП.

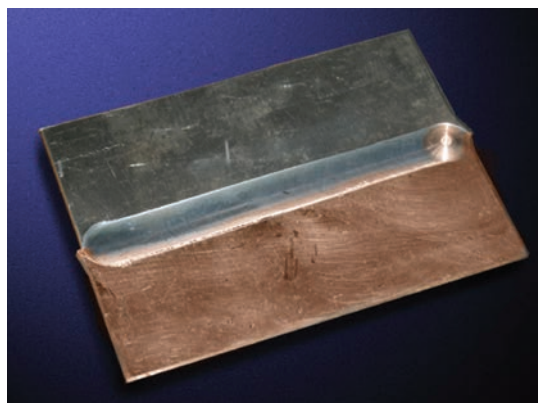


Рис. 14. Сварка листов из алюминиевого сплава и меди.

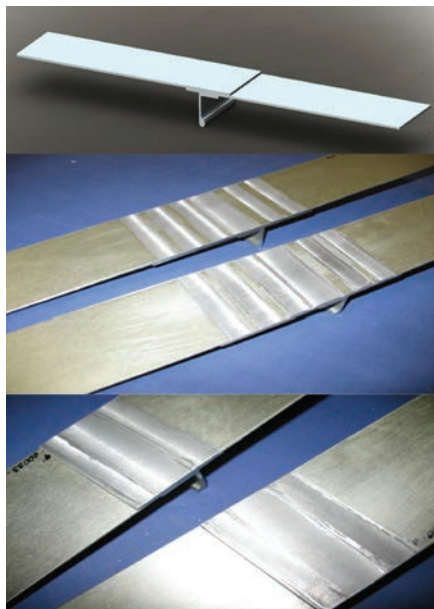


Рис. 12. 3-Модель и элементы панелей из алюминиевого сплава 1163 РДТВ, сваренные СТП.



Рис. 15. Элемент трубы, сваренной СТП.

вание материала (аддитивная технология) и др.

На рис. 10...17 приведены примеры сварки, выполненные на ОАО «ВНИИАЛМАЗ», и фото установки для СТП.

**А. Г. Бойцов, В. В. Качко,
Д. Н. Курицын
(ОАО «ВНИИАЛМАЗ»)**

Литература

1. W. M. Thomas et al., 1991. US Patent No. 5,460,317.
2. А. С. СССР 1195846, Кл. МПК В 23 К.
3. Влияние параметров процесса сварки трением с перемешиванием на формирование швов соединений алюминиевых сплавов толщиной 1, 8 ... 2, 5 мм/Покляцкий А. Г., Ищенко А. Я., Подъельников С. В.//Автоматическая сварка. — 2008. — № 10. — С. 27–30.
4. By Rajiv S. Mishra, Murray W. Mahoney: Friction stir welding and processing, ASM International. ISBN 978-0-87170-848-9. 352 p.
5. Krishnan, K.N. "On the Formation of Onion Rings in Friction Stir Welds." *Materials Science and Engineering A* 327, no. 2 (April 30, 2002): 246–251. doi:10.1016/S0921-5093(01)01474-5.

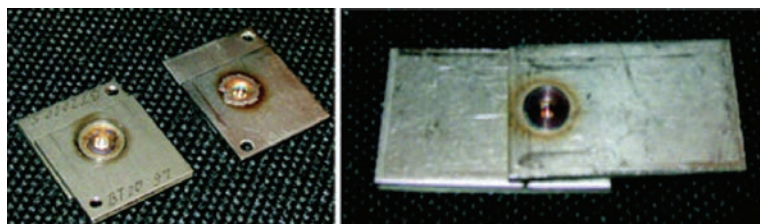


Рис. 16. Образцы из титанового сплава ВТ20 и стали 12Х18Н10Т, сваренные точечной СТП.

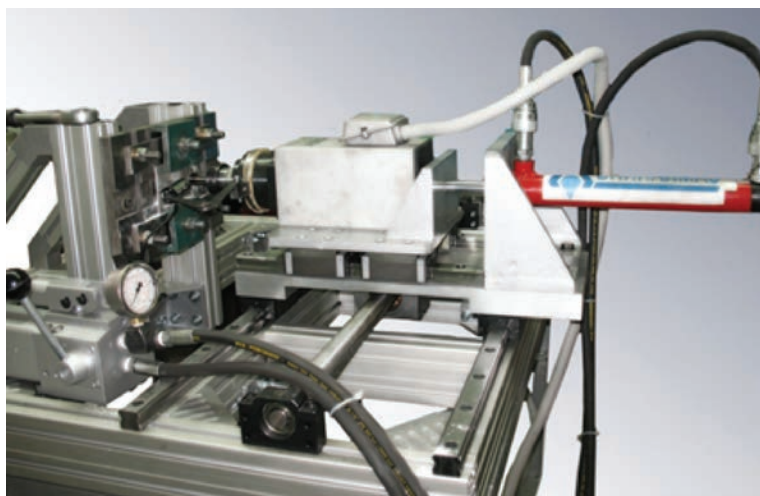


Рис. 17. Установка для высокоскоростной сварки трением перемешиванием.



Полиграфия, производство пластмасс
термостатирование и нагрев валов



Металлургия
охлаждение роликов МНЛЗ

Металлообработка
подача СОЖ через шпindelь

Ротационные соединения DEUBLIN – механические узлы для подачи под давлением различных сред: воды, СОЖ, гидравлики, горячего масла, пара, воздуха от стационарного источника во вращающийся элемент машины для его нагрева, охлаждения или передачи гидравлического усилия.



ООО "Роста Инжиниринг"
127486 г. Москва, ул. Дегунинская, д. 1
корпус 2, офис 208
т./факс (495) 4119074
www.deublin.ru

7-я международная специализированная выставка

Авиа
Космические
Технологии, современные
Оборудование материалы и



Казань

12-15
августа, 2014



12+



Выставочный центр "Казанская ярмарка",
Россия, 420059, г. Казань, Оренбургский тракт, 8
Тел./факс: (843) 570-51-16, 570-51-11, 570-51-23
E-mail: pdv@expokazan.ru, www.aktokazan.ru



25-28 марта 2014 года

Россия, Новосибирск

Международная выставка машиностроения и металлообработки



Организатор
ITE Сибирская Ярмарка
тел.: (383) 363-00-36

www.masheх-siberia.ru



МЕТАЛЛООБРАБОТКА

11-я международная специализированная выставка

МИНСК, БЕЛАРУСЬ

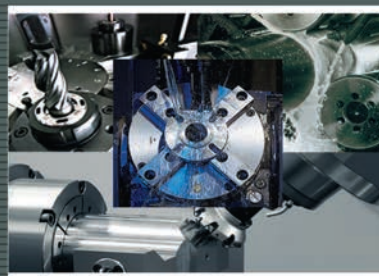
8-11.04.2014

Место проведения:

Беларусь, Минск,
пр-т Победителей 20/2
Футбольный манеж

Выставочное оборудование

МИНСКЭКСПО MINSKEXPO
www.metalworking.minskexpo.com



Генеральные информационные партнеры:



Официальный информационный партнер:

МЕТАЛЛООБРАБОТКА

Информационная поддержка:



15 – 18 апреля 2014 г.
Санкт-Петербург

При поддержке Северо-Западного
 федерального округа Российской Федерации
 и Комитета экономического развития,
 промышленной политики и торговли Санкт-Петербурга

16-я Международная научно-практическая конференция

**«ТЕХНОЛОГИИ УПРОЧНЕНИЯ, НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ И РЕМОНТА:
 ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА»**

**В рамках конференции пройдут
 школы-семинары:**

- **НАПЛАВКА, НАПЫЛЕНИЕ И УПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ – ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЯ И МАТЕРИАЛОВ**
- **УПРОЧНЕНИЕ, ВОССТАНОВЛЕНИЕ И РЕМОНТ ИНСТРУМЕНТА, ШТАМПОВ, ПРЕСС-ФОРМ И ДРУГОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ**



Организаторы:

- Санкт-Петербургский государственный политехнический университет
- НПФ «Плазмацентр»



Заявки на участие принимаются:

тел.: +7 (812) 444 93 37, +7 (921) 973 46 74
 факс: +7 (812) 444 93 36

e-mail: info@plasmacentre.ru

www.technoconf.ru



генеральный
 информационный
 спонсор



19-21 марта

Международный выставочный центр «ИнтерСиб»
 Выставочная компания «Омск-Экспо»

СИБИРСКИЙ ПРОМЫШЛЕННО-ИННОВАЦИОННЫЙ ФОРУМ

ОМСК
 2014

ПромТехЭкспо

При поддержке:
 Российский союз промышленников и предпринимателей
 Омская торгово-промышленная палата
 НП «Сибирское машиностроение»



В экспозиции:

- МАШИНОСТРОЕНИЕ
- МЕТАЛЛООБРАБОТКА
- АВТОМАТИЗАЦИЯ
- СВАРКА
- ОМСКГАЗНЕФТЕХИМ
- ЭНЕРГОСИБ, СИБМАШТЭК
- Ин-Экспо, МЕТРОЛОГИЯ

Тел./факс: (3812) 22-04-59, 25-84-87, 23-23-30
 E-mail: expo@intersib.ru, ssg@intersib.ru

www.intersib.ru



Центр Международной Торговли Челябинск
 пр. Ленина, 35; +7 (351) 239 46 37
www.promforum74.ru

**ШЕСТОЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ
 ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ**

**РЕКОНСТРУКЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ –
 ПРОРЫВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕТАЛЛУРГИИ
 И МАШИНОСТРОЕНИИ**

**И XVI УРАЛЬСКАЯ ПРОМЫШЛЕННО-
 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ НЕДЕЛЯ**

**15-18
 апреля
 2014 г.**

Специализированные выставки:

- «Металлургия. Метмаш»
- «Машиностроение. металлообработка. Сварка. Инструмент»
- «Промэнерго. Энергосбережение и энергоэффективность»
- «Экология. Промышленная безопасность»
- «Транспорт. Логистика. Склад»

Организаторы:



Правительство
 Челябинской области



ЦЕНТР МЕЖДУНАРОДНОЙ ТОРГОВЛИ
 ЧЕЛЯБИНСК



www.metobr-expo.ru



12+

**15-я международная специализированная выставка
«Оборудование, приборы и инструменты
для металлообрабатывающей промышленности»**

МЕТАЛЛООБРАБОТКА



Центральный
выставочный комплекс
«Экспоцентр»
Москва, Россия

16—20 июня 2014

Реклама

Организаторы:



ЦВК «Экспоцентр»:
123100, Россия, Москва, Краснопресненская наб., 14
Дирекция машиностроительных выставок
Тел.: 8 (499) 795-37-58, 795-26-60
Факс: 8 (495) 609-41-68
E-mail: metobr@expocentr.ru
Интернет: www.metobr-expo.ru, www.expocentr.ru



Российская Ассоциация
производителей
станкоинструментальной продукции
«Станкоинструмент»

Российская Ассоциация
производителей станкоинструментальной продукции
«Станкоинструмент»:
125009, Россия, Москва, ул. Тверская, 22а, стр. 2
Тел.: 8 (495) 650-59-21, 650-58-04
Факс: 8 (495) 650-59-21, 650-38-11
E-mail: mail@stankoinstrument.ru, expo@stankoinstrument.ru
Интернет: www.stankoinstrument.ru



ЗАО «ФИНВАЛ-ИНДАСТРИ»
оборудование • технологии

ЗАЙЦЕВ
Григорий Геннадьевич

193289, г.Санкт-Петербург
Складской пр-д, 4
тел./факс: +7 (812) 772-13-01
моб.: +7 (812) 918-73-93
e-mail: finvalspb@mail.com
www.finval.ru

Представитель по
Северо-Западному ФО



www.mwm-eng.ru

СОВРЕМЕННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
МЕТАЛЛООБРАБОТКИ

ООО "МВМ-Инжиниринг"

Москва, Хорошевское ш., 32А
тел.: +7 (495) 723-74-48, тел./факс: +7 (499) 503-66-70

СТРЕМИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА

Российское представительство
группы EMAG
117630, Россия, Москва
ул. Академика Челомея
д. 3, корп. 2

тел.: +7 (495) 287-09-60
+7 (495) 287-09-61
факс: +7 (495) 287-09-62
e-mail: main@emag-group.ru
www.emag.com

ООО "Прайд Инжиниринг"
Москва, Хорошевское ш., 32А
Тел.: +7 (495) 647-26-41/42
Факс: +7 (495) 647-26-38
E-mail: sales@pride-eng.ru



www.pride-eng.ru

КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ МЕТАЛЛООБРАБОТКИ

Болотников Александр Владимирович

Генеральный директор

ЗАО **НАТЛС**

Твердосплавный инструмент, оснастка, пневмоинструмент

107045, г.Москва, Б.Сухаревская пл., 14/7

E-mail: natls2009@yandex.ru

тел./495/221-25-47

www.natls.com



ООО «ЗАВОД «СТАНКОМОДЕРНИЗАЦИЯ»

Капитальный ремонт и продажа металлообрабатывающего
и кузнечно-прессового оборудования

Зайцев
Григорий Геннадьевич

Генеральный директор

Санкт-Петербург,
Складской проезд, 4

Тел. (812) 772 58 41
(812) 772 13 01
Моб. +7 (921) 918 73 93
e-mail: stanko-modern@mail.ru
www.stanmodern.ru

ООО «Интелл Росс»

620028 г. Екатеринбург
ул.Татищева 100-40
тел. +7-912-24-86-548
факс (343)246-19-48
www.intellross.ru
e-mail: fakil343@mail.ru

ОСУЩЕСТВЛЯЕМ ВЫПУСК
СМАЗЫВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ
И СТЕРЖНЕЙ ДЛЯ СМАЗКИ
РЕБОРД КОЛЕС
ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОГО
ОБОРУДОВАНИЯ



МАШИНЫ ТЕПЛОЙ РЕЗКИ

ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО
ФИРМЫ

Тел.: (495) 564-8680
Факс: (495) 564-8682
E-mail: messer@co.ru
http://messer.ru





MESSER

Cutting & Welding

since 1898

МАШИНЫ ТЕПЛОВОЙ РЕЗКИ

OmniMat®



ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО ФИРМЫ

Тел.: (495) 564-8680

Факс: (495) 564-8682

e-mail: messer@co.ru

<http://messer.ru>

Part of the **Messer World**

зап. части

сервис

разметка

маркировка

резка фасок

автоген

лазер

плазма

технология

машины