РЕМОНТ ИННОВАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ МОДЕРНИЗАЦИЯ

РИТМ

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ЖУРНАЛ №3 (51) 2010
апрель

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР ВЫСТАВКИ МЕТАЛЛООБРАБОТКА 2010

- Высокоскоростная обработка – делать с первого раза оптимально
- Технологии литейного производства в развитии
- CO_2 лазер – конструктивные особенности и применение
- Упрочнение металлов с помощью лазеров
- Сварка трением – преимущества, преодоление недостатков и перспективы процесса
- О ремонте технологической оснастки подробнее

IPG
IRE-Polus
МОЩНЫЕ ВОЛОКОННЫЕ ЛАЗЕРЫ – 20 ЛЕТ РАЗВИТИЯ

СОЗДАВАЯ НОВУЮ РЕАЛЬНОСТЬ

Машиностроительное объединение Нелидовские заводы

Машиностроительное объединение производит листогибочное оборудование и оборудование для резки и штамповки листового и профильного металлопроката.

- широкий ассортимент
- доставка в любой регион России
- пусконаладочные работы
- специальные условия для представителей
- гарантийное и постгарантийное обслуживание
- дополнительный инструмент и оснастка

ЗАО "НелидовПрессМаш"

НЕЛИДОВСКИЙ ЗАВОД ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРЕССОВ
ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

Прессы гидравлические

Ножницы гильотинные

Прессы штамповочные

Прессы листогибочные

Машины листогибочные 3-х валковые

Машины листогибочные

Тверская обл., г.Нелидово
ул.Чайковского, д.3
Тел: (48266) 5-77-56, 5-76-64, 5-17-89, 5-20-61
www.nelidovpressmash.ru
E-mail: nelidovpressmash@rambler.ru

Тверская обл., г.Нелидово,
ул.Машиностроителей, д.13
Тел: (48266) 5-40-00, 5-33-63, 5-28-21, 5-28-03.
www.gidropress.ru
E-mail: gidropress@gidropress.ru

ИТАЛИЯ

на выставке

МЕТАЛЛООБРАБОТКА 2010

Приглашаем посетить итальянскую коллективную экспозицию

24–28 мая 2010

Выставочный комплекс на Красной Пресне ЭКСПОЦЕНТР,
Москва, Краснопресненская наб., д. 14

Павильон 8, зал 2

ITALIA
Институт внешней торговли Италии

UCIMU

UCIMU-SISTEMI PER PRODURRE
Ассоциация итальянских производителей
станков, роботов и средств автоматизации

Для справок: Посольство Италии, Отдел по развитию торгового обмена (ИЧЕ) 123610, Москва, Краснопресненская наб., д. 12, офис 1202
Тел. (495) 967 02 75/77/78, факс (495) 967 02 74/79, e-mail: mosca@ice.it, www.italtrade.com/rossija

SWF KRANTECHNIK

Мифы о дорогом кране…

… не у SWF Krantechnik!

Надежность комплектующих немецкого производства.

NOVA L
Канатная таль с уменьшенной строительной высотой г/п до 12,5 т

- компактные габаритные размеры
- оптимальный боковой подход
- минимальное перемещение крюка
- минимальное раскачивание груза
- стандартизованная технология применения преобразователей частоты
- прочное промышленное исполнение
- легкий доступ к быстроизнашивающимся деталям
- оптимальное снабжение запасными частями

Преимущество: максимальная экономичность и оптимальное использование пространства

Высшее качество не всегда должно быть обязательно дорогим. Продукция SWF Krantechnik – это высокопроизводительное оборудование с большим сроком службы и конкурентоспособными ценами. Имея опыт работы на рынке более 85 лет, мы самый подходящий партнер для Вас! Мы предлагаем:

- Комплекты оборудования для мостовых опорных и подвесных кранов г/п до 80 т
- Электрические канатные тали серии NOVA г/п до 80 т
- Электрические цепные тали г/п до 5 т
- Легкие крановые системы ProfileMaster г/п до 2 т
- Алюминиевые легкие крановые системы LIGHTster г/п до 2 т
- Механизмы подъема и комплекты для кранов ВБИ г/п до 80 т

Мы сертифицированы по ГОСТу и ISO!

Look ahead!

SWF Krantechnik GmbH ♦ D-68307 Мангейм ♦ Германия ♦ Александр Ракетич ♦ Тел.: +49.621.78990-204 ♦ Моб. тел.: +49.173.3489 881 ♦ aleksandar.raketic@swfkrantechnik.com

R • E • G AG
Regel-, Energie- und Getriebetechnik

R • E • G - Восток
Привод Энергия Автоматизация

Наши сервисные специалисты,
прошедшие подготовку в Германии, постоянно работают в российских регионах – на Волге и на Урале:

разовые ремонты и договоры на постоянное обслуживание; ввод в эксплуатацию новых станков и разработка программ для переналадки действующих; отправка сложных узлов для ремонта в Германию и заказ запасных частей.

Мы готовы делом поддержать Ваше производство

Мы поставляем новые станки; станки, восстановленные по программам фирм-изготовителей; подбираем, проверяем и поставляем б/у станки в хорошем состоянии; подбираем оснастку и инструмент; поставляем запасные части.

Наши сервисные специалисты работают со станками шлифовальной, токарной и фрезерной групп любых производителей

- ✓ Электромоторы и коробки передач
- ✓ Шарико-винтовые пары
- ✓ Направляющие
- ✓ Шпиндели
- ✓ Инструментальные магазины
- ✓ Электро-, пневмо- и гидрооборудование
- ✓ Измерение, управление и охлаждение
- ✓ Приборы контроля и учета

ФИРМА	Новые	Восстанов-ленные	Отобранные б/у	Ремонты & Сервис
Böringer	+		+	
Emko	+	+		
Danobat	+			
Doimak	+			
Weyrauch	+			
Kunzmann	+			
Kitamura	+			
Schaublin	+			
Matec	+			
Monfors	+	+	+	
DMG	+	+	+	+
Chiron		+	+	+
Mazak		+	+	+
Hurko		+	+	+
Dekel		+	+	
Maho		+	+	
Index		+	+	
Traub		+	+	
Heller		+	+	
Mori Seiki			+	
Dahlin			+	
Okuma			+	
Fanuc			+	
Mikron			+	
Ketterer			+	

Сделайте письменный запрос или позвоните нам напрямую – мы говорим по-русски !

R • E • G AG
Robert-Bosch-Str. 2-4
76532 Baden-Baden
Deutschland

Tel.: +49 7221-97210-0
Fax: +49 7221-97210-29
E-Mail: info@reg-ag.de
www.reg-ag.com

R • E • G – Восток
Ул. Красноармейская 1, оф.205
443010 г. Самара
Российская Федерация

Тел.: +7 846 993 67 22
Факс: +7 846 993 67 21
эл. почта: russia@reg-ag.com
www.reg-ag.com

СОДЕРЖАНИЕ

ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР
Ольга Фалина

ИЗДАТЕЛЬ
ООО «МедиаПром»

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
Мария Копытина

ВЫПУСКАЮЩИЙ РЕДАКТОР
Татьяна Карпова

ДИЗАЙН-ВЕРСТКА
Василий Мельник

РАСПРОСТРАНЕНИЕ
Елена Ерошкина
Ольга Городничева

ОТДЕЛ РЕКЛАМЫ
(495) 755-94-37
Павел Алексеев
Эдуард Матвеев
Елена Пуртова
Ольга Стелинговская
Татьяна Веселова
Алексей Сенькин

КОНСУЛЬТАНТ
К.Л. Разумов-Раздолов

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. Распространение бесплатно.

125190, Москва, а/я 31, т/ф (495) 755-94-37
www.ritm-magazine.ru
E-mail: ritm@gardesmash.com

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.

НОВОСТИ 4

УСПЕШНОЕ РАЗВИТИЕ 10
20 лет развития мощных волоконных лазеров 10

ПУТЕВОДИТЕЛЬ 12
Партнеры журнала на выставке «Металлообработка-2010» 12

МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ 16
Качественное техническое переоснащение предприятий 16
Станки для обдирки, шлифовки и полировки 19
Преимущества высокоскоростной обработки 20
Отечественные координатно-измерительные машины 24
Развитие современных технологий литейного производства 26
Машины для термической резки: производство, поставка, ремонт 31

ЛАЗЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ 32
Лазер CO_2 – универсальный инструмент резки и сварки 33
История и перспективы лазерного упрочнения 38

ТЕРМООБРАБОТКА И СВАРКА 40
Новые технологии сварки трением 40

ИНСТРУМЕНТ. ОСНАСТКА. КОМПЛЕКТУЮЩИЕ 43
Надежный и эффективный инструмент для металлообработки 43
Опыт успешной модернизации станочного парка 44
Производство и поставка энкодеров всех видов 46
Ремонт технологической оснастки для литья пластмассовых изделий 48
СОЖ для глубокого сверления и их производители 50
Весь спектр металлорежущего инструмента и оснастки 53
Оценка степени затупления шлифовального инструмента 54
Автоматизация системы оборота режущего инструмента 56
Новые технологии в производстве ветроэнергетических установок 58

ВЫСТАВКИ 60

Дорогие читатели журнала РИТМ!

Обращаем ваше внимание на продолжение рубрики ПУТЕВОДИТЕЛЬ. В этом номере на стр. 12 – 15 он анонсирует участие партнеров журнала в главной выставке года – «Металлообработка – 2010» (Москва, Экспоцентр). Благодаря нашему ПУТЕВОДИТЕЛЮ вы можете заранее спланировать посещение стендов компаний-участников.

В следующем РИТМе №4 (52) редакция готовит специализированный проект – ПУТЕВОДИТЕЛЬ на отрывной жесткой вставке, где будут представлены все партнеры журнала – участники московской выставки «Металлообработка – 2010».

Эксклюзивный статус ГЕНЕРАЛЬНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПАРТНЕРА «Металлообработки», который был присвоен РИТМу в этом году, предоставляет нам широчайшие возможности для распространения журнала с информацией о компаниях-партнерах:

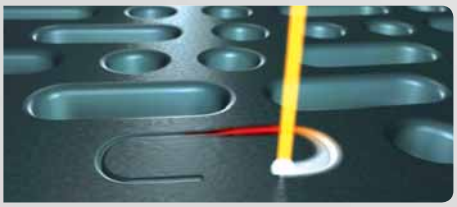
– со стенда журнала в павильоне №8,
– на собственных стойках во всех павильонах выставки,
– вместе с каталогом участников организаторами выставки и со стенда Ассоциации «Станкоинструмент».

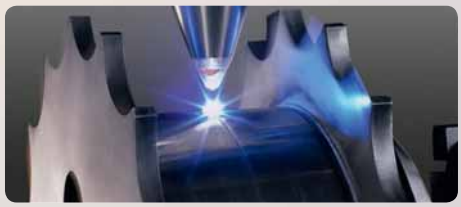
Таким образом, девиз работы нашей редакции на «Металлообработке» – ЖУРНАЛ РИТМ В КАЖДЫЕ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ РУКИ!
До встречи на выставке!

Внимание! Все партнеры РИТМа № 5 (выходит в июне) из Санкт-Петербурга и Ленинградской области получают бонус – размещение в ПУТЕВОДИТЕЛЕ с красивым и символичным названием БЕЛЫЕ НОЧИ!
Подробнее по телефонам редакции (495) 755-94-37

В центре рынка Messe Stuttgart

БОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОЕ ПРОИЗВОДСТВО НА БАЗЕ СИСТЕМНЫХ РЕШЕНИЙ ПО ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКЕ МАТЕРИАЛОВ





Ускоренная тактность работы оборудования, повышенная прецизионность обработки, более низкие расходы на единицу продукции – применение системных решений для лазерной обработки материалов в процессах производства повышает эффективность Ваших затрат.

А какое решение нужно применять в каждом конкретном случае, Вы узнаете на выставке Lasys. В Вашем распоряжении – независимые эксперты „Центра системных решений", которые проконсультируют Вас и назовут Вам надлежащего делового партнера на месте применения.

Ваше производство должно стать качественнее и эффективнее?
Зарегистрируйтесь уже сегодня по адресу: www.lasys-messe.de

Ваш контакт в РФ: Хуберт Деммлер, E-Mail: info@professionalfairs.ru

LASYS

Международная специализированная
выставка системных решений
для лазерной обработки материалов

МЕССЕ ШТУТГАРТ, 8–10 ИЮНЯ 2010 Г.

ДЕЛА СТАНКОИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ

3 марта 2010 года Ассоциация производителей станкоинструментальной продукции провела отчетно-выборное собрание по итогам работы 2009 года. С докладом о деятельности организации и состоянии отрасли выступил Президент Ассоциации, член Бюро Центрального совета ООО «Союз машиностроителей России» **Георгий Васильевич Самодуров**.

Как известно, 2009 год оказался труднейшим для машиностроения в целом и станкостроения в частности. В мире произошел значительный спад станкостроительного производства – на 32%. Впервые за всю историю лидером по металлообрабатывающей отрасли стал Китай – объем производства в этой стране вырос на 7%, обогнав по показателям Германию и Японию. Китай оказался лидером и по потреблению металлообрабатывающего оборудования.

Российские предприятия в условиях кризиса делали все, что представлялось возможным: работали над созданием современных образцов оборудования. Многие руководители активно занимались реструктуризацией, загружали производственные мощности за счет освоения выпуска непрофильной продукции. Положительным моментом кризиса стало сокращение поступления импортного оборудования, что давало возможность активнее продвигать отечественное оборудование.

Руководство Ассоциации уверено, что более тесное взаимодействие с Правительством, аппаратом Президента, Минпромторгом РФ и другими министерствами и ведомствами позволит активнее продвигать интересы отечественных производителей и влиять на решение проблем отрасли. В этом направлении работа проводилась как в прошлом, так и в нынешнем году. Ассоциация активно содействовала продвижению сбыта продукции, развитию инновационной и информационной деятельности, вопросам внешнеэкономической деятельности, решению кадровых проблем. На 2010 год планируется продолжать все виды антикризисной и инновационной деятельности. Особого внимания заслуживает работа холдинговой компании «Станкоинструмент» – в условиях рыночной экономики системный интегратор помогает предприятиям решать многие технические и экономические вопросы.

На собрании выступали руководители предприятий – члены Ассоциации, которые рассказали о положении на предприятиях, поделились мнением о результатах работы Ассоциации за прошедший год и об актуальных направлениях работы на будущее. Отдельно была затронута проблема кадрового обеспечения отрасли.

В итоге, большинством голосов деятельность Ассоциации за 2009 год была признана удовлетворительной, а ее президентом вновь избран **Г.В. Самодуров**.

www.stankoinstrument.ru

О ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПЛАТФОРМАХ

Круглый стол на тему «Технологические платформы как инструмент модернизации промышленности» прошел 26 марта в Общественной палате. Обсудить перспективы создания и функционирования ТП, их значение в процессах технологической модернизации российской экономики собрались руководители и представители профильных министерств и ведомств, комитетов Госдумы, ведущих корпораций, концернов и общественных организаций.

Открывая круглый стол, вице-президент Союза машиностроителей России, руководитель Межкомиссионной рабочей группы ОП РФ Владимир Гутенев заявил: «Сегодня чрезвычайно важно понимание необходимости внедрения ТП как эффективного механизма государственно-частного партнерства в области научно-технологического и промышленного развития».

В нашей стране ТП только начинают развиваться. О проектах их формирования и внедрения подробно рассказал директор Департамента стратегического управления и бюджетирования Минэкономразвития РФ А.Е. Шадрин. По его словам, на данном этапе есть предложения по использованию современных технологий в дорожном строительстве, транспортировке нефти, электроэнергии. Активно используется зарубежный опыт.

Поскольку ТП невозможны без высокого уровня профессиональной подготовки кадров, своими разработками в этой области поделились проректор по научной работе МГТУ им. Н.Э.Баумана К. Демихов и первый проректор ГУ-ВШЭ Л. Гохберг. Но ответить на их конструктивные предложения было некому. Министерство образования от участия в разговоре отказалось.

Зато своим опытом внедрения в производство передовых технологий поделились представитель Госкорпорации «Ростехнологии» С. Гавриленко, директор департамента программ стимулирования спроса Госкорпорации «Роснано» А. Хрюкин, советник генерального директора Объединенной авиастроительной корпорации В. Маханов.

На круглом столе прозвучало много полезных предложений, противоположных мнений, спорных замечаний. Но все участники дискуссии были едины в одном: ТП – сложная проблема, на решение которой уйдут годы напряженной работы. И особую роль в этой работе должно играть взаимодействие власти, бизнеса и гражданского общества.

www.soyuzmash.ru

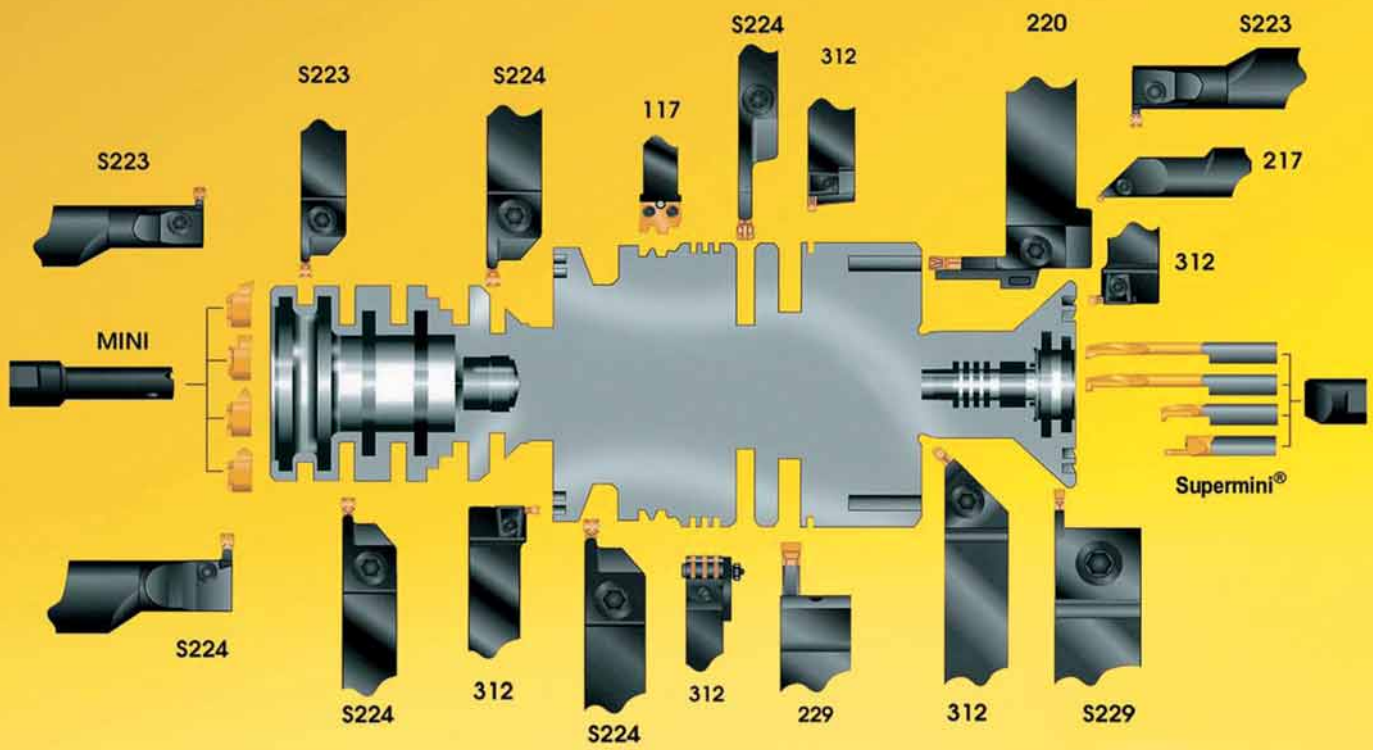
ООО «Микрохоло»
115035, Раушская наб, 4/5
+7 499 238-62-85
info@cnilaser.ru www.cnilaser.ru

Лабораторные и портативные источники
лазерного излучения широкого диапазона мощностей и длин волн для задач интерферометрии и метрологии, медицины, компьютерного зрения, спектроскопии

ИНЖЕНЕРНОЕ СОБРАНИЕ РОССИИ **29 апреля**
ФГУП НПК «ГОИ им. Вавилова», Биржевая линия 12

ЗАСЕДАНИЕ «ИНЖЕНЕРНОГО КЛУБА» СОВМЕСТНО С ГОСУДАРСТВЕННОЙ КОРПОРАЦИЕЙ «РОСТЕХНОЛОГИИ»
РОССИЙСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ XXI
НАЧАЛО В 16.00
Состав участников: члены «Инженерного клуба», руководители ГК «Ростехнологии» по СЗФО, руководители предприятий, входящих в ГК «Ростехнологии», эксперты и др.
Тел. (812) 655-03-58 E-mail: info@enginclub.ru
www.enginclub.ru

HORN – ЛИДЕР В ОБРАБОТКЕ КАНАВОК



- расточной инструмент SUPERMINI диаметром от 0,3 мм
- обработка внутренних канавок диаметром от 4,0 мм
- фрезерование канавок диаметром от 16,0 мм
- долбление шпоночных пазов
- инструмент CBN и PCD
- специальные решения

HORN – ВЕРШИНА ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ

HORN

ТОЧЕНИЕ КАНАВОК • ОТРЕЗКА • ПЛУНЖЕРНОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ • ДОЛБЛЕНИЕ • ПРОФИЛЬНОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ

Официальный дистрибьютор в России: ООО «Интеркос-Тулинг» www.intercos-tooling.ru

Головной офис • **Санкт-Петербург** Россия, 191119, г. Санкт-Петербург, ул. Марата, 82. **Тел.:** (812) 448-6334, **факс:** (812) 448-6335. **E-mail:** office@intercos-tooling.ru
Филиал • **Москва** Россия, 119285, г. Москва, Воробьевское шоссе, 6, оф. 36. **Тел./факс:** (495) 617-1137. **E-mail:** NBalashko@intercos-tooling.ru
Филиал • **Пермь** Россия, 614007, г. Пермь, ул. Н.Островского, 59/1, оф. 701. **Тел./факс:** (342) 211-5027. **E-mail:** ASedelnikov@intercos-tooling.ru
Филиал • **Екатеринбург** Россия, 620026, г. Екатеринбург, ул. Народной Воли, 65, оф. 311. **Тел./факс:** (343) 253-1031. **E-mail:** PGlazyrin@intercos-tooling.ru
Филиал • **Ижевск** Россия, 426000, г. Ижевск ул. Холмогорова, 15, офис 503. **Тел./факс:** (3412) 933-907. **E-mail:** SPetrov@intercos-tooling.ru
Филиал • **Владимир** Россия, 600020, г. Владимир ул. Большая Нижегородская, 34-б, офис 104. **Тел.** +7 (4922) 47-11- 59. **E-mail:** IGuseinov@intercos-tooling.ru

ОСНАСТКА 2010

Со 2 по 4 июня в рамках выставки «РосМолд – 2010. Формы. Пресс-формы. Штампы» в Москве пройдет **V Международный инструментальный саммит «Практика и актуальные стратегии повышения эффективности, прибыльности, инновационного уровня технологий и качества российской формообразующей оснастки в 2010-х годах».**

Традиционно главный принцип Саммита – идти в ногу со временем. Наука и технологии не стоят на месте, и не отставать от прогресса в условиях царящей на рынке жесткой конкуренции просто необходимо. В этих целях организаторы тщательно продумали основные вопросы мероприятия. А именно:

- особенности развития рынка формообразующей оснастки и инструмента,
- применение новых эффективных конструкторских решений,
- использование современных материалов,
- технологии подготовки производства,
- высокоскоростные и высокоточные технологии механической обработки и сборки,
- методы и средства контроля качества,
- и другие.

Для обсуждения актуальных проблем на Саммит приглашены известные компании, разработчики, ученые ведущих технических университетов и НИИ, конструкторы и технологи, специалисты машиностроительной и инструментальной промышленности. Но принять участие в работе Саммита, внести свой вклад в развитие отрасли может любой специалист.

Инструментальный саммит будет проходить в МВЦ «Крокус Экспо» в павильоне №3, зал №14. Для участия в мероприятии необходимо заполнить регистрационную форму посетителя–слушателя на сайте выставки **www.rosmould.ru.**

НАСТОЛЬНЫЕ И ЗАТОЧНЫЕ

Компания «**РОСНА Инжиниринг**» стала эксклюзивным дистрибьютором завода Taiwan More-Cach Village Corp. по настольным заточным станкам GSC в Российской Федерации.

Настольные заточные станки под брендом GSC выпускаются Taiwan More-Cach Village Corp. уже более 15 лет. GSC – лидер в категории настольных заточных приспособлений. Станки GSC широко применяются на предприятиях в Европе, США и Японии. По данным компании Taiwan More-Cach Village Corp. только на предприятия Японии ежегодно поставляется порядка 2000 станков GSC. Станки устанавливаются рядом с обрабатывающими центрами, чтобы дать возможность оператору перетачивать инструмент, не отходя от своего рабочего места.

Станки GSC позволяют осуществлять переточку сверл и фрез из быстрорежущего и твердого сплава, производить подрезку поперечно режущей кромки и затыловку.

Настольные прецизионные заточные станки GSC, во-первых, обеспечивают стабильное качество заточки в соответствии с ГОСТом (ГОСТ 599-93). Конструкция станка гарантирует точную установку затачиваемого инструмента и контроль процесса заточки. Выдерживается идеальная центровка режущих кромок (отсутствует биение). Даже если заточку будет осуществлять сотрудник с небольшим опытом, на результат заточки сверл и фрез это не повлияет.

В сервисном центре **РОСНА Инжиниринг** будет осуществляться гарантийное обслуживание, поставка аксессуаров, инженерный консалтинг.

TECHNO LASER
ТехноЛазер
Лазерные станки
для раскроя листового проката (до 20 мм), сварки (до 7 мм), термообработки
Лазеры мощностью
700Вт-ТЛВ 700
1200Вт - ТЛВ 1200
3КВт - ТЛ3
5 КВт - ТЛ5М
Услуги по лазерной резке
углеродистой стали, нержавеющей стали, алюминия
140713, Московская область, г. Шатура, Микрорайон Керва, ЩМЦ
Тел.: (495)747-97-77, (49645) 3-16-53
e-mail: info@technolaser.ru, rezka2000@mail.ru, technolaser@list.ru
http://www.technolaser.biz, http://www.technolaser.ru,
http://www.laserworks.ru

КОСТРОМСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРИГЛАШАЕМ УЧИТЬСЯ И ПОЛУЧИТЬ ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ
ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ
Мы готовим инженеров по специализациям:
- Технологические процессы машиностроительного производства;
- Технология, промышленный менеджмент и маркетинг в машиностроении.

Университет имеет прочные связи с машиностроительными предприятиями и высшими учебными заведениями Германии.

Мы осуществляем подготовку специалистов по совместным с Южновестфальским вузом учебным программам и предоставляем возможности в изучении иностранного языка, прохождения практики на машиностроительных предприятиях Германии и защиты выпускной работы в Южновестфальском вузе.

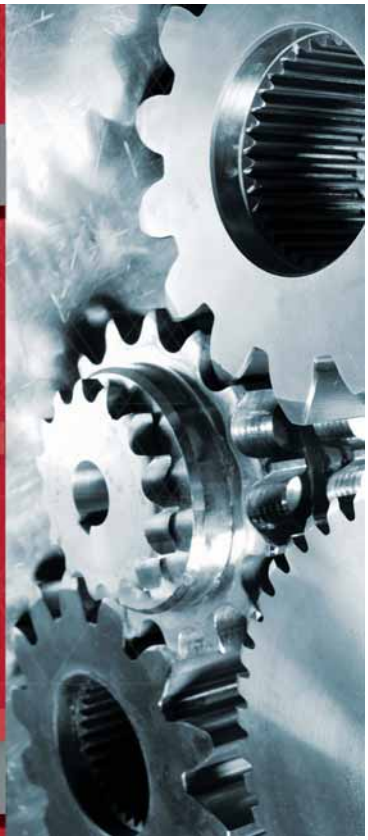
Приглашаем также руководителей и специалистов к сотрудничеству в научных разработках в сферах механической обработки, сборки и организации машиностроительного производства.
156005, г. Кострома,
ул. Дзержинского, 17. Тел.: 84942 312-195.
E-mail: tm@kstu.edu.ru. Http://www.kstu.edu.ru

STEPMOTOR
www.stepmotor.ru
Шаговые двигатели
Мотор-Редукторы
Управление
Шпиндели
Бесколлекторные двигатели
Санкт-Петербург, ул. Менделеевская д. 2
Тел.: (812) 953-0732 Факс: (812) 327-1388 (доб. 106)
WWW.STEPMOTOR.RU

МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ПРОМЫШЛЕННОЙ СУБКОНТРАКТАЦИИ И ПАРТНЕРСТВА
ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КООПЕРАЦИЯ – ВЫБОР ЛУЧШИХ ПОСТАВЩИКОВ
WWW.SUBCONTRACT.RU – БАЗА ДАННЫХ ЛУЧШИХ ПОСТАВЩИКОВ – СУБКОНТРАКТОРОВ
- Токарная, фрезерная обработка
- Кузнечно-прессовые операции
- Лазерная/плазменная резка
- Литье пластмасс, оснастка
- Трубопроводная арматура
- Металлоконструкции
- Электронные узлы, блоки
- Другие виды работ и изделий

Более 12 000 поставщиков – субконтракторов
ВЫБОР ПОСТАВЩИКОВ → КОНКУРЕНТНЫЕ ЦЕНЫ + КАЧЕСТВО
WWW.SUBCONTRACT.RU – БАЗА ДАННЫХ ЗАКАЗЧИКОВ СУБКОНТРАКТНОЙ ПРОДУКЦИИ
- Автомобилестроение
- Судостроение
- Авиастроение
- Станкостроение
- Приборостроение
- Производство бытовой техники
- Энергетическое машиностроение
- Электротехника
- Отрасли военно-промышленного комплекса
- Другие отрасли

Более 2 600 заказчиков – Постоянно более 1 500 актуальных заказов
ОПЕРАТИВНАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАКАЗАХ → ЗАГРУЗКА ПРОИЗВОДСТВА
(495) 234-53-76
SUBCONTRACT.RU
БЕСПЛАТНАЯ РЕГИСТРАЦИЯ УДОБНЫЙ ПОИСК



ПУТИ – ДОРОГИ

7 - 8 сентября в гостинице "Рэдиссон-Славянская" (Москва) пройдет **IV международная конференция и выставка «Железнодорожное машиностроение. Поставки, эксплуатация, ремонт»**. Эта встреча представителей ОАО РЖД и транспортного бизнеса обеспечит диалог между производителями и потребителями машиностроительной продукции с целью оптимизации дальнейшего взаимодействия.

С этой целью в выставке примут участие компании, специализирующиеся по направлениям: железнодорожная техника и подвижной состав, технологическое оборудование и комплектующие, электрификация и электрооборудование, сигнальные устройства, верхнее строение пути, инфраструктура, информационные технологии на транспорте, эксплуатация и ремонт собственного и арендованного подвижного состава.

В ходе заседаний конференции будут рассмотрены следующие вопросы железнодорожного машиностроения:

- Потенциал железнодорожного машиностроения в перспективе создания высокоскоростного транспортного продукта;
- Источники инновационного прорыва в отечественном машиностроении;
- Определение справедливой цены новых вагонов российского производства: цистерна, полувагон, хоппер;
- Механизмы формирования спроса в железнодорожном машиностроении: инструменты, ресурсы, возможности;
- Модернизация и внедрение новых решений: международный обмен опытом;
- Ключевые тенденции развития рынка ремонта и эксплуатации подвижного состава;
- Взаимодействие участников рынка в области снижения издержек на сервисное обслуживание и ремонт вагонного парка;
- Нормативно-техническая база развития рынка ремонта и эксплуатации подвижного состава.

В этом году в выставке примут участие более 100 компаний. В конференции примут участие около 500 делегатов из 10 стран. Среди них как руководители РЖД и его филиалов, так и представители отраслевых органов государственной власти, деловых и транспортных ассоциаций, лизинговых компаний, главы крупнейших частных транспортных, экспедиторских и ремонтных предприятий, эксперты отраслевых исследовательских организаций.

+7(499) 262-9815, 988-1800, 940-6772
e-mail: sales@businessdialog.ru
www.businessdialog.ru

В ОЖИДАНИИ AMB-2010

9 марта в Москве прошла пресс-конференция, посвященная **Международной выставке оборудования и технологий для металлообрабатывающей промышленности - AMB-2010**. О подготовке к форуму рассказали Вильфрид Шеффер (исполнительный директор VDW), Зенгюль Алтунтас (руководитель проекта «Машины») и Зильвия Штоль (пресс-секретарь AMB).

AMB-2010 будет проходить с 28 сентября по 2 октября в экспоцентре города Штутгарт.

По традиции тематическая экспозиция выставки будет сфокусирована главным образом на технологиях и оборудовании для обработки резанием, станках для физико-химической обработки, прецизионном инструменте.

Около 1200 экспонентов со всего мира покажут свои инновационные разработки в таких областях, как контрольно-измерительное оборудование и управление качеством, инженерия, программные продукты, оборудование для манипулирования заготовками и инструментом. Вниманию посетителей будет представлена широкая палитра деталей/компонентов, узлов, оснастки.

Наряду с техническими инновациями и усовершенствованиями в экспозиционном блоке, организаторы **AMB-2010** предлагают целый ряд мероприятий Рамочной программы, составленной в сотрудничестве с известными ассоциациями, союзами, научно-исследовательскими институтами.

Как и прежде, участие в выставке примут лидеры мирового рынка из Европы, Азии, Америки. Организаторы ждут заявок и от российских компаний, ведь **AMB** – платформа, таящая в себе множество возможностей для экспонентов и посетителей из России.

www.amb-messe.de
Представительство Landesmesse Stuttgart GmbH в России
т/ф (499) 128-46-71
info@professionalfairs.ru

ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
И КОМПОНЕНТЫ

LATICOM

КОМПОНЕНТЫ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ЛАЗЕРОВ

Излучатели лазера
– для технологических лазеров с импульсной накачкой со средней мощностью излучения 50—300 Вт, с энергией в импульсе от 0,5—200 Дж при расходимости 5—10 мрд.
– для научных исследований на основе многоэлементных квантронов с энергией в импульсе 100—1000 Дж и частотой следования до 10 Гц.

Затворы
– электрооптические
– оптико-механические (НПВО)

Источники питания лазера

Квантроны с ламповой накачкой
– с активными элементами на основе кристаллов или стекла с Nd. Число активных элементов — один или несколько. Число ламп — от одной и более. Средняя мощность накачки до 15 кВт. Энергия накачки до 20 кДж.

Комплектующие
– лампы накачки, активные элементы, отражатели, оптика и многое другое.

ООО «Латиком»
Телефон/факс: + 7 (495) 649 60 50
Электронная почта: info@laticom.ru
124460, г. Москва, Зеленоград, корп. 1205, н. п. 1
www.laticom.ru

ufi Approved Event

ТПП РФ

www.metobr-expo.ru

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

МЕТАЛЛООБРАБОТКА 2010

МЕТАЛЛООБРАБОТКА

Центральный
выставочный комплекс
«Экспоцентр»
Москва, Россия

24–28 мая

ЦВК «Экспоцентр»:
123100, Россия, Москва, Краснопресненская наб., 14
Дирекция машиностроительных выставок
Тел.: (499) 795-28-21, 795-26-60
Факс: (495) 609-41-68
E-mail: metobr@expocentr.ru
Интернет: www.metobr-expo.ru, www.expocentr.ru

Российская Ассоциация
производителей станкоинструментальной продукции
«Станкоинструмент»:
125009, Россия, Москва, ул. Тверская, 22а, стр. 2, а/я 3
Тел.: (495) 650-59-21, 650-58-04
Факс: (495) 650-59-21, 650-38-11
E-mail: mail@stankoinstrument.ru
expo@stankoinstrument.ru
Интернет: www.stankoinstrument.ru

Организаторы:

ЭКСПОЦЕНТР
МЕЖДУНАРОДНЫЕ ВЫСТАВКИ И КОНГРЕССЫ
МОСКВА

Российская Ассоциация
производителей
станкоинструментальной продукции
«Станкоинструмент»

IPG IRE-Polus

МОЩНЫЕ ВОЛОКОННЫЕ ЛАЗЕРЫ – 20 ЛЕТ РАЗВИТИЯ

Лазеры практически всех существующих в настоящее время типов появились в первой половине 60-х годов прошлого столетия. Они с разной скоростью внедрялись в различные области, что определялось уровнем развития технологий и глубиной понимания их потенциальных возможностей. Медленнее всего развивались лазеры на активированном волокне, достигшие к началу 90-х выходной мощности лишь около 100 мВт.

Первый скачок произошел в 1990 г., когда В.П. Гапонцев продемонстрировал лазер на волокне, активированном эрбием (1,54 мкм), с выходной мощностью 2 Вт. 20-кратное увеличение этого параметра позволило говорить о появлении мощных волоконных лазеров. Годом позднее В.П. Гапонцевым и И.Э. Самарцевым был представлен лазер с выходной мощностью 3,9 Вт и опубликована работа, в которой были сформулированы предпосылки, позволившие сделать вывод о том, что на основе волоконных лазеров могут быть созданы устройства с уровнями выходной мощности в десятки и сотни Ватт непрерывного излучения. С этого момента началось их интенсивное развитие, которое быстро вывело волоконные лазеры на лидирующие позиции. И судя по всему, они сохранят их надолго.

Решающий вклад в развитие этого направления внесла международная научно-техническая группа **IPG Photonics Corporation**, созданная на основе **НТО «ИРЭ-Полюс»** (г. Фрязино), которые возглавляет с момента их образования В.П. Гапонцев. Следует заметить, что этот вклад был оценен присуждением В.П. Гапонцеву в 2009 г. престижной в лазерном мире премии имени Артура Шавлова, учрежденной Лазерным Институтом Америки.

Волоконные лазеры оказались идеальными для использования в оптических системах телекоммуникации, позволили создать мощные лазерные системы для промышленных применений. Волоконные лазеры, включая самые мощные, являются интегральными волоконными устройствами, не содержащими требующих юстировки дискретных элементов. В таких устройствах излучение до выхода из них не соприкасается с окружающей средой, что обеспечивает высокую надежность, исключительную устойчивость к внешним механическим и климатическим воздействиям. Такие устройства оказываются очень технологичными в изготовлении, имеют большой ресурс работы и практически не нуждаются в обслуживании при эксплуатации.

IPG Photonics Corporation является единственным в мире производителем промышленных волоконных лазеров мультикиловаттного диапазона для резки, сварки и термообработки. В России производство и поставки волоконных лазеров, волоконных усилителей и систем на их основе осуществляет **НТО «ИРЭ-Полюс»**.

ВОЛОКОННЫЕ ЛАЗЕРЫ IPG PHOTONICS CORPORATION

Одномодовые волоконные лазеры

В отличие от лазеров других типов для волоконных лазеров одномодовый режим работы является принципиально необходимым. При этом активное волокно может быть как чисто одномодовым, так и маломодовым.

В настоящее время выходная мощность одномодового лазера доведена до уровня 10 кВт с к.п.д. «от розетки» более 23%. Фотография 10 кВт одномодового лазера YLR-10000-SM представлена на **рис. 1.**

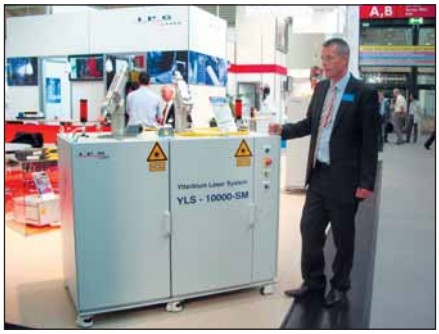


Рис. 1 Одномодовый лазер на Yb-активированном волокне YLR-10000-SM с выходной мощностью 10 кВт

Одномодовые лазеры также выпускаются на основе волокон активированных Er (длина волны из диапазона 1,53-1,6 мкм) и Tm (длина волны из диапазона 1,8-2,1 мкм). Эффективность таких лазеров ниже, чем у лазеров на Yb- активированном волокне, например, для лазера на 1,5 мкм с выходной мощностью 100 Вт эффективность от розетки на уровне 10%.

Многомодовые волоконные лазеры

Суммирование выходного излучения одномодовых лазеров в волоконных объединителях позволяет увеличивать выходную мощность излучения. Расходимость выходного излучения при этом увеличивается, но остается вполне приемлемой для большинства практических применений.

В настоящее время наиболее мощными коммерческими моделями волоконных лазеров, выпускаемыми **IPG**, являются лазеры с выходной мощностью излучения 30 и 50 кВт (**рис. 2**).

Рис. 2 Волоконный лазер YLR-30000 с выходной мощностью 30 кВт

Параметры лазера YLR-50000 с выходной мощностью более 50 кВт представлены в **таблице 1**.

Таблица 1

Параметр	Значение
Максимальная мощность, кВт	55
Диаметр волокна, мкм	200
Качество луча, М2	~30
Длина выходного волокна, м	20
Потребление, кВт	~170
КПД от розетки, %	> 30
Габариты, см	80x280x180
Объем, м2	~4
Удельная мощность, кВт /м3	14

Технически могут быть реализованы лазеры и с более высокой выходной мощностью – вопрос в наличии платежеспособного спроса.

Волоконные лазеры прекрасно управляются по мощности, причем время включения и выключения на полной мощности составляет десятки микросекунд.

Весьма актуальным с точки зрения практических применений является вопрос о возможности эффективной передачи мощного лазерного излучения по транспортному волокну. На **рис. 3** представлены результаты измерения эффективности передачи излучения по волокну на большие расстояния. Из рисунка вид-

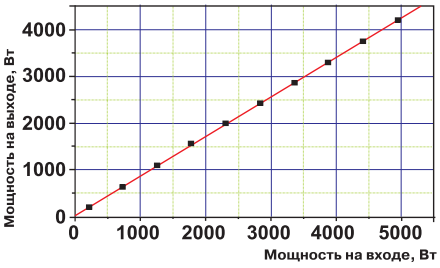


Рис. 3 Передача излучения мощностью 5 кВт через многомодовое волокно длиной 1 км (потери < 13%)

но, что при транспортировке излучения мощностью 5 кВт на расстояние 1 км потери не превышали 13%.

Импульсные лазеры

Для многих применений (гравировка и маркировка различных изделий, скрайбирование полупроводниковых пластин, точная обработка тонколистовых материалов и т.п.) требуется использование импульсно-периодических режимов работы с короткими импульсами и пиковыми мощностями, значительно превышающими средние (**рис. 4**). Подобные лазеры с пиковой мощностью порядка 20 кВт были разработаны и доведены до стадии серийной продукции в 1995 г.

Характеристики импульсно-периодических лазеров на Yb-активированном волокне приведены в **таблице 2**.

Таблица 2

Параметр	Стандарт	Повышенная имп. мощность	Мощный
Качество луча, M2	< 1,3	< 1,3	< 3,5
Длительность импульса, нс	~ 100	30	200-300
Пиковая мощность, кВт	до 10	до 30	до 30
Средняя мощность, Вт	до 50	до 20	до 200
Подавление обратного отражения, дБ	>20	>20	>20
Охлаждение	Воздух	Воздух	Вода

Рис. 4. Импульсно-периодический лазер на Yb-активированном волокне со средней выходной мощностью 200 Вт

Рис. 5 Импульсно-периодический лазер на Er-активированном волокне с пиковой выходной мощностью до 50 кВт

Следует отметить, что подобные волоконные лазеры обладают чрезвычайно высокой степенью стабильности и воспроизводимости параметров. Благодаря этому удается наносить на поверхность металлов цветные изображения, в которых цвет задается цветами побежалости.

Помимо лазеров диапазона 1 мкм, практический интерес представляют импульсные лазеры диапазона 1,5 мкм, поскольку этот диапазон является наиболее безопасным для глаз. На **рис. 5** представлена фотография OEM лазерного модуля на Er-активированном волокне (длина волны излучения 1,55 мкм, пиковая мощность 0,5...50 кВт, длительность импульсов 1...10 нс при частоте повторения 5...100 кГц).

СРАВНЕНИЕ С ДРУГИМИ ТИПАМИ ЛАЗЕРОВ

К настоящему времени наиболее широкое применение, прежде всего в промышленности, получили три типа мощных лазеров – углекислотные, на гранате с неодимом и волоконные. На **рис. 6** дана представленная Х. Шлутером динамика роста выходных мощностей лазеров на CO_2 и традиционных АИГ:Nd, дополненная нашими данными по волоконным лазерам. Из рисунка виден беспрецедентно стремительный рост выходной мощности волоконных лазеров, превзошедших лазеры других типов по максимальной мощности, реализованной в коммерческих образцах. Как уже говорилось, эта мощность на сегодняшний день составляет 50 кВт в непрерывном режиме, и ее дальнейший рост сдерживается не возможностями реализации, а наличием платежеспособного спроса. При этом волоконные лазеры превосходят своих конкурентов по эффективности и величине удельного съема мощности (Вт/кг или Вт/м^3 оборудования).

Конечно, надо учитывать существенные успехи, достигнутые в последние годы в разработке дисковых лазеров с полупроводниковой накачкой, выходной уровень которых превысил 25 кВт. Эти лазеры также позволяют получить излучение высокого качества при эффективности «от розетки», достигающей 25% (что все же меньше, чем у мощных волоконных лазеров).

При этом следует учитывать, что дисковые лазеры представляют собой весьма сложную многопроходную конструкцию, состоящую из большого числа отдельных оптических элементов, которые должны быть точно съюстированы и хорошо защищены от внешних воздействий (пыль, влага и всевозможные вибрации). В волоконных лазерах эти проблемы отсутствуют, благодаря чему они оказываются более технологичными в производстве и удобными в эксплуатации. Можно утверждать, что у дисковых лазеров преимущество есть только при работе в импульсном режиме с большими пиковыми мощностями, получение которых в волоконных лазерах ограничено нелинейными эффектами в волокне.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Менее чем за 20 лет многонациональному коллективу **IPG**, ведущую роль в котором играли и продолжают играть россияне, удалось добиться заметных успехов в развитии волоконных лазеров, в частности мощных волоконных лазеров:

Создана принципиально новая технологическая платформа, обладающая большим потенциалом развития, позволяющая быстро доводить результаты научных достижений до широкой практической реализации. Благодаря этому нам удается в течение почти двух десятилетий удерживать мировое лидерство.

Получены рекордные мощности излучения (до 50 кВт) при его уникальном качестве (вплоть до теоретического предела в одномодовых лазерах).

Реализованы рекордные эффективности (до 35% или в 4-10 раз лучше, чем у традиционных CO_2 и АИГ:Nd лазеров и в 1,5 раза лучше, чем у дисковых лазеров).

Впервые реализован полностью монолитный (интегральный) волоконный дизайн лазеров, обеспечивающий их уникальную компактность, нечувствительность к окружающим условиям и высокую надежность. Благодаря этому волоконные лазеры имеют высокие эксплуатационные качества и не требуют постоянного технического обслуживания.

И.Э. Самарцев
Зам. генерального директора
НТО «ИРЭ-Полюс»

г. Фрязино, МО, пл. Введенского д. 1
тел. (496) 255-7448
(495) 728-1639
факс (496) 255-7459
e-mail: sales@ntoire-polus.ru
www.ntoire-polus.ru

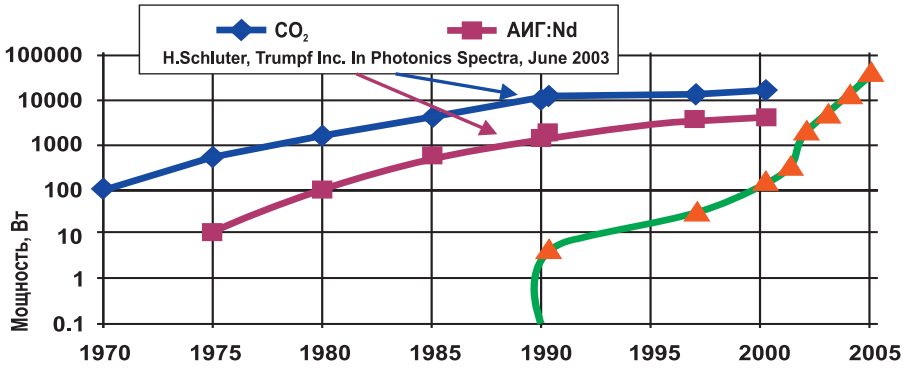


Рис. 6 Динамика роста выходной мощности лазеров различных типов – углекислотных, на АИГ:Nd и волоконных (зеленая кривая)

В «ПУТЕВОДИТЕЛЕ» ПРЕДСТАВЛЕН АНОНС УЧАСТИЯ ПАРТНЕРОВ ЖУРНАЛА РИТМ В ГЛАВНОЙ ВЫСТАВКЕ ГОДА «МЕТАЛЛООБРАБОТКА 2010»

(ПО СОСТОЯНИЮ НА НАЧАЛО АПРЕЛЯ)

ITALIA
Институт внешней торговли Италии

UCIMU
UCIMU-SISTEMI PER PRODURRE
Ассоциация итальянских производителей станков, роботов и средств автоматизации

ИТАЛЬЯНСКАЯ КОЛЛЕКТИВНАЯ ЭКСПОЗИЦИЯ
Посольство Италии, Отдел по развитию торгового обмена (ИЧЕ)
123610, Москва, Краснопресненская наб., д. 12, офис 1202
Тел. (495) 967-02-75/77/78
Факс (495) 967-02-74/79
e-mail: **mosca@ice.it**
http://**www.italtrade.com/rossija**

пав 8-2

PUMORI ENGINEERING INVEST

ОБОРУДОВАНИЕ,
ИНЖИНИРИНГ, СЕРВИС,
ИНСТРУМЕНТ, ОСНАСТКА, ОБУЧЕНИЕ

Пумори-инжиниринг инвест
620142, Екатеринбург, ул.Фрунзе, 35А
Тел./факс: (343) 365-8661, 257-18-49
e-mail: **pin@pumori.ru,**
http://**www.pumori.ru**

81B50

РОСНА Инжиниринг
ПРОМЫШЛЕННЫЙ КОНСАЛТИНГ
МОДЕРНИЗАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ
СЕРВИС, ИНСТРУМЕНТ, ОСНАСТКА

Прецизионные
зажимные приспособления HAINBUCH
www.hainbuch.ru
станочные патроны FORKARDT
настольные заточные станки для сверл и фрез
модернизация оборудования, сервис

тел. +7 (812) 448 10 49
www.rosna.spb.ru

83B30

GEKA

АВТОМАТИЧЕСКИЕ ЛИНИИ
Автоматические линии предназначены для обработки уголкового профиля, швеллера и металлической полосы с использованием устройства ЧПУ и специальных программ.

Тел.: (495) 228-03-02; 637-30-51; 626-31-56
e-mail: **gekamos@gekamos.ru**
http://**www.gekamos.ru**

УЧАСТНИК ВЫСТАВКИ МЕТАЛЛООБРАБОТКА Москва, Экспоцентр, 24-28 мая

Лапик

Производство измерительных машин
(КИМ) и оборудования
различного назначения
для оптико-механической промышленности,
ж/д транспорта и др.; выполнение заказов по измерению
и аттестации деталей и узлов
г. Саратов, пр-т Строителей, 1

Тел.: (8452) 35-49-69,63-00-49,63-37-87
e-mail: **info@lapic.ru**
http://**www.lapic.ru**

ПАВ 2-1

OTEC

Сделано в Германии!
Станки компании OTEC PRAZISIONSFINISH GMBH, удаление заусеница, шлифовка и полировка поверхности цветных и черных металлов. Обработка рабочей поверхности режущего инструмента и инструментальной оснастки до и после нанесения упрочняющего покрытия. Широкий спектр шлифовальных и полировальных материалов.

ООО «ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»
196084, г. Санкт-Петербург, ул. Цветочная 25, БЦ "Мануфактура», офис 508
e-mail: **info@promtehspb.ru, info@otecru.com**
web: **www.promtehspb.ru, www.otecru.com, www.rp.promtehspb.ru**
Тел. (812) 336-39-46, 47, 48 Тел./Факс (812) 718-76-02

FG150

Taylor Hobson PRECISION

«Тэйлор Хобсон Лтд.» производит точные приборы для контроля параметров формы и шероховатости поверхностей, а также ультрапрецизионные обрабатывающие станки, электро-оптические приборы и др. Московское представительство фирмы «Тэйлор Хобсон Лтд.» проводит пуско-наладочные, калибровочные работы, гарантийное и послегарантийное обслуживание, обучение.

Московское представительство «Тэйлор Хобсон Лтд.»
тел. (495) 781-45-06
e-mail: **sales@taylor-hobson.ru**
http://**www.TAYLOR-HOBSON.RU**

УЧАСТНИК ВЫСТАВКИ МЕТАЛЛООБРАБОТКА Москва, Экспоцентр, 24-28 мая

ИНТЕРКОС ТУЛИНГ

Компания ООО «ИНТЕРКОСТУЛИНГ» более 10 лет занимается поставками металлорежущего инструмента.
Имеет сеть офисов в Санкт–Петербурге, Перми, Екатеринбурге, Москве, Ижевске, Владимире.
На российском рынке является официальным представителем компаний:

- PAUL HORN (Германия) - отрезной и канавочный инструмент со сменной пластиной;
- WOHLHAUPTER (Германия) - инструментальная оснастка;
- EMUGE-FRANKEN (Германия) - весь спектр резьбонарезного и цельного фрезерного инструмента;
- INGERSOLL (Германия) – высокотехнологичный металлорежущий инструмент со сменной пластиной;
- LESJOFORS (Швеция) - пружины для всех отраслей промышленности.

191119 г. Санкт-Петербург, ул.Марата, 82, литер Х.
тел. +7 812 448-6334 факс +7 812 448-6335 e-mail: office@intercos-tooling.ru

81D10

ПРАЙД ИНЖИНИРИНГ

«Прайд Инжиниринг» – компания комплексного решения задач технического переоснащения. Опыт в реализации проектов «под ключ», при производстве изделий машиностроения, широкий охват производителей и оборудования позволяют Компании оказывать оперативную помощь на разных этапах развития предприятия.

123007 Москва Хорошевское шоссе д. 32А
тел.: +7 (495) 647-26-41/42
www.pride-eng.ru

1F30

BALLUFF
sensors worldwide

Фирма **BALLUFF GmbH** является мировым лидером в области производства сенсоров и компонентов автоматики для различных областей применения,
Фирма **BALLUFF GmbH** имеет 4 центральных бюро в Германии, еще 7 заводов: в Венгрии, Швейцарии, США, Бразилии, Китае и Японии.
Также 23 дочерние компании и торговые представительства в 26 странах занимаются продажей и сервисом продукции фирмы.

119071, г. Москва ул. М.Калужская, д. 15, стр. 17, оф. 500
Тел./факс: +7 495 780-71-94, +7 495 780 71-95 +7 495 780-71-96 +7 495 780-71-97
e-mail: **balluff@balluff.ru** http://**www.balluff.ru**

2.2 C11

HERMLE
Фрезеровать лучше

Представительство **Hermle AG** (Германия) в России и СНГ.
Hermle – ведущий производитель фрезерных станков и обрабатывающих центров, которые успешно используются во всем мире. Все важные детали для точности и долговечности станка разрабатываются и производятся на самой фирме.

Представительство «Хермле ВВЭ АГ» в Москве
Тел. **+7 495 221 83 68**
e-mail: **info@hermle-vostok.ru**
http://**www.hermle.de**

DEUBLIN®

Компания DEUBLIN – производитель ротационных соединений – механических узлов

DEUBLIN GmbH, Российское представительство
Тел./факс **+7 495 645 3012**
Моб. **+7 926 239 9475**
e-mail: **deublin@oet-goldex.ru**
http:// **www.deublin.com**

2.2 E14

МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ПРОМЫШЛЕННОЙ СУБКОНТРАКТАЦИИ И ПАРТНЕРСТВА

Центр содействует организации субконтрактных поставок с использованием механизма «Биржа субконтрактов» и ресурсов информационной системы субконтрактации.
ЗАО «Межрегиональный Центр промышленной субконтрактации и партнерства»
Тел. +7 (495) 234-53-76 Факс +7 (495) 234-53-76
e-mail: **subcontract@binec.ru**
http://**www.subcontract.ru**

ПАВ 8-3

ПЛАЗМАМАШ

МАШИНЫ ТЕРМИЧЕСКОЙ РЕЗКИ МЕТАЛЛОВ

www.plazmamash.ru
+7 (495) 661-35-80

УЧАСТНИК ВЫСТАВКИ МЕТАЛЛООБРАБОТКА Москва, Экспоцентр, 24-28 мая

Научно-Промышленная Корпорация
ДЕЛЬТА-ТЕСТ

Разработка, производство и модернизация электроэрозионных проволочно-вырезных станков.
Продукция сертифицирована по ГОСТ Р МЭК. Товарный знак производимой продукции «АРТА».

ООО «Научно-Промышленная Корпорация «Дельта-Тест»
Тел./Факс (495) 995 09 68
e-mail: **arta@edm.ru**
http://**www.edm.ru**

ПАВ 2-1

АТЕКО

Компания «Атеко»
Москва,
ул. Бутлерова, 17

Тел./факс
(495) 330-32-81
336-56-33
www.ateko.ru

УЧАСТНИК ВЫСТАВКИ МЕТАЛЛООБРАБОТКА Москва, Экспоцентр, 24-28 мая

ESTO ЛАЗЕРЫ И АППАРАТУРА ТМ
ЭЛЕКТРОННОЕ СПЕЦИАЛЬНОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Оборудование для прецизионной лазерной обработки

Разработка и производство лазерного технологического оборудования для обработки материалов на различных типах лазеров и кинематических системах на основе линейных синхронных двигателей. Технологии резки, раскроя, сварки (двухлучевой и гибридной), маркировки, глубокой гравировки, прецизионной обработки.

81A01

124498, г. Москва, Зеленоград, проезд 4806, д.5, стр.23
Тел/факс +7 495 651 90 31 e-mail: market@estoco.ru www.estoco.ru

---

ЦЕНТР ЛАЗЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ — LASER TECHNOLOGY CENTRE

Центр Лазерных Технологий разрабатывает, производит и поставляет лазерное технологическое оборудование для гравировки и маркировки, выполняет контрактные работы по лазерной маркировке, гравировке, резке и сварке

УЧАСТНИК ВЫСТАВКИ МЕТАЛЛООБРАБОТКА Москва, Экспоцентр, 24-28 мая

194064, Санкт-Петербург, Тихорецкий пр., 21
тел. +7 (812) 294-77-49
e-mail: **rezka@ltc.ru** http://**ltc.ru**

ESTO ЛАЗЕРЫ И ТЕХНОЛОГИИ
ЭЛЕКТРОННОЕ СПЕЦИАЛЬНОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Лазерная резка, гравировка, сварка, наплавка, микрообработка.
Производство корпусов и панелей под ключ

81B01

ПВЦ «Лазеры и Технологии»
тел. (499) 710-00-53, 732-96-12
e-mail: **info@pvlt.ru** http://**www.pvlt.ru**

VNITEP
ADVANCED LASER CUTTING TECHNOLOGY

ЗАО «ВНИТЭП» ПРЕДЛАГАЕТ ПРОМЫШЛЕННЫЕ КОМПЛЕКСЫ ЛАЗЕРНОГО РАСКРОЯ МЕТАЛЛА

КС «Навигатор» – с оригинальной запатентованной конструкцией координатного стола, которая позволяет получать высочайшие характеристики по надежности, точности, производительности и удобству эксплуатации. **КС «Навигатор»** комплектуется волоконным лазером мощностью от 0,5 до 3 кВт. Конструктивные особенности **КС «Навигатор»** позволяют: эффективно использовать рабочее пространство; модернизировать станок; масштабировать станок; изготавливать комплексы под индивидуальные заказы с габаритами рабочей зоны раскроя...

пав 2-3

ЗАО «Внитэп» Тел. (495) 925-35-49, 740-77-59, (49621) 7-06-58
e-mail: **laser@vnitep.ru** http://**www.vnitep.ru**

IPG IRE-Polus

НТО «ИРЭ-ПОЛЮС» РАЗРАБАТЫВАЕТ И ПРОИЗВОДИТ:

- Волоконные лазеры и усилители, работающие в диапазоне от 0.9 до 2.2 мкм;
- Мощные и сверхмощные (до 50 кВт) промышленные волоконные лазеры;
- Импульсные волоконные лазеры;
- Телекоммуникационное оборудование для ВОСС;

Вся продукция отличается высокой надежностью и большим ресурсом работы.

21B63

141190, г.Фрязино, Моск.обл., пл. Введенского д. 1,
Тел. (496) 255-74-48, (495) 728-16-39 Факс (496) 255-74-59
e-mail: **sales@ntoire-polus.ru** http://**www.ntoire-polus.ru**

СКАНЕР плюс

УЧАСТНИК ВЫСТАВКИ МЕТАЛЛООБРАБОТКА Москва, Экспоцентр, 24-28 мая

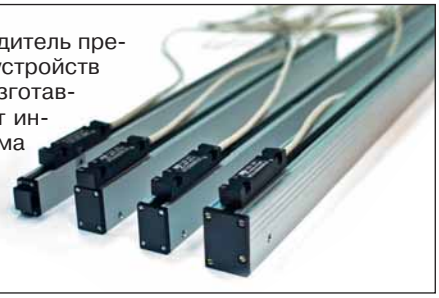
Производство лазерного оборудования для резки и маркировки на базе современных и экономичных волоконных лазеров НТО «ИРЭ-Полюс»:

- комплексы лазерного раскроя листовых материалов «СКИФ» для решения любых технологических задач;
- комплексы лазерной маркировки различной мощности «Маркер» и «Маркер Z» (с динамически изменяемым фокусным расстоянием до 25 мм);
- любые технологические решения «под ключ».

Москва, ул. Люблинская, 139, тел. 351-32-23
e-mail: **cltech@mail.ru** http://**www.scaner-pl.ru**

SKBIS

ОАО «СКБ ИС» – единственный крупный разработчик и производитель преобразователей угловых и линейных перемещений (энкодеров), устройств цифровой индикации в России и СНГ. Мы разработали и серийно изготавливаем более 210 моделей продукции. В ассортимент также входят интерфейсы, соединительные муфты, преобразователи сигнала, система программно-позиционного управления ЛИР-581.



21B50

195009, Санкт-Петербург, Кондратьевский пр., д.2, лит. А
Тел. (812) 334-17-72
e-mail: **lir@skbis.ru** http:// **www.skbis.ru**

Фирма ХАЙДЕНХАЙН (DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH) разрабатывает и производит датчики измерения линейных и угловых перемещений, круговые датчики, устройства цифровой индикации и системы управления

Фирма **ХАЙДЕНХАЙН** поставляет свою продукцию фирмам-производителям станков и обрабатывающих центров, автоматических линий, электродвигателей, фирмам, занимающимся модернизацией оборудования, а также фирмам-производителям оборудования по производству полупроводников и электронных компонентов.

ПАВ 2-1

125315 Москва, ул. Часовая д.23 А
Тел. +7 (495) 931-96-46 Факс +7 (495) 564-82-97
e-mail: **info@heidenhain.ru** http:// **www.heidenhain.ru**

ООО ПКФ «Магес»
г. Смоленск
тел./факс:
(4812) 66-58-96
mages@mages93.ru
www.mages93.ru

ФРЕЗЕРОВАНИЕ И СВЕРЛЕНИЕ, ОБРАБОТКА ДАВЛЕНИЕМ, ЗАГОТОВКИ ТВЕРДОСПЛАВНЫЕ, ТОКАРНАЯ ОБРАБОТКА

ООО «Прамет»
105094 г. Москва, ул. Большая Семеновская, д.42
Тел: +7 (495) 739 57 23 Факс: + 7 (495) 739 57 22
e-mail: **pramet.info.ru@pramet.com**
http://**www.pramet.ru**

ИСЦ ЗАО СКФ
Ruben.Agababov@skf.com
Тел. +7 (499) 317-77-01
www.skf.ru

ARNO®-Group – производитель высококачественных металлорежущих инструментов.
ARNO®-Group разрабатывает и внедряет новые системы для металлообработки и предлагает полный ассортимент металлорежущих инструментов, а также большую номенклатуру инструментов для металлорежущих станков и оборудования.

ARNO® WERKZEUGE

ООО «АРНО РУ»
тел/факс: **8 (4922) 490420, 451828**
e-mail: **info@arnoru.ru** http://**www.arnoru.com**

МЕГАТУЛС
МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

Металлорежущий инструмент и инструментальная оснастка ведущих мировых производителей: SAFETY, FETTE (LMT), MIRCONA, SAUTOOL, SIMTEK, TANOI, PINZBOHR, MAGAFOR, HAIMER, EPPINGER, ACROW, SWISS TOOLS, NUI. Комплексное инструментальное оснащение станков. Разработка технологии обработки по чертежам заказчика. Внедрение инструмента. Обучение на предприятии заказчика.

ПАВ F

ООО «Компания МЕГАТУЛС», 197341, Санкт-Петербург, Коломяжский пр., 33
Тел. (812) 633-07-17 Факс (812) 633-07-18
e-mail: **info@megatools.ru** http://**www.megatools.ru**

FAGOR

Системы ЧПУ, УЦИ, линейные и угловые датчики, преобразователи, двигатели. Поставка, гарантийное и послегарантийное обслуживание.

ФАГОР АУТОМЭЙШН РУС, ООО
FAGOR AUTOMATION RUS, LTD
Россия 140411 г. Коломна Московской области, ул.Фрунзе, 41 офис 141
Тел./факс 8 (496) 612-84-64
e-mail: **info@fagorautomation.ru**
http:// **www.fagorautomation.ru**

МИР ПРОМ
www.mirprom.ru

Специализированный интернет-портал **www.mirprom.ru** – это информация о производителях и поставщиках металлообрабатывающего оборудования. Выставки и другие события отрасли, новости, статьи технической и аналитической направленности, каталог предприятий, доска бесплатных объявлений, справочная информация для технических специалистов и руководителей.
www.mirprom.ru – открытая удобная площадка для общения специалистов в области металлообработки с комфортной системой поиска.

Тел. (495) 695-27-01
e-mail: **mail@mirprom.ru**

ПРАЙД ИНЖИНИРИНГ

Приглашаем

КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ МЕТАЛЛООБРАБОТКИ

Компания **"Прайд Инжиниринг"** предлагает комплексное решение задач технического переоснащения предприятий. Компания ставит своей приоритетной задачей оказание оперативной помощи отечественным производителям на любом этапе их развития.

Мы поставляем только качественное импортное оборудование, проверенное временем и нашими клиентами.

Квалифицированный персонал компании поможет подобрать оборудование, удовлетворяющее именно Ваши производственные потребности.Осуществит весь комплекс инжиниринговых услуг – разработка технологии, написание управляющих программ и т.д.

Наши специалисты из сервисной службы проводят весь процесс пуско-наладочных работ и обучения Вашего персонала, осуществляют гарантийное и послегарантийное обслуживание оборудования.

Мы также поставляем инструмент, запасные части и расходные материалы, которые помогут максимально эффективно и долговременно эксплуатировать Ваше оборудование.

CHIRON (ШИРОН), Германия
- прецизионные одношпиндельные и двухшпиндельные вертикальные обрабатывающие центры (более 135 модификаций), 3-х, 4-х, 5-ти осевые модификации

TOPPER (ТОППЕР), Тайвань (по лицензии фирмы "HITACHI SEIKI", Япония)
- токарные одно-, двухшпиндельные станки с ЧПУ, вертикальные и горизонтальные обрабатывающие центры с ЧПУ в т.ч. для штампов, пресс-форм, специальные станки

ONA (ОНА), Испания
- электроэррозионные проволочно-вырезные и копировально-прошивные станки

PHILLIPS OLYMPIA, Канада
- высокоточные токарно-карусельные центры с ЧПУ, горизонтально-расточные, карусельно-шлифовальные, специальные

KITAMURA MACHINE WORKS (KNC) (КИТАМУРА (КНС), Япония
- высокоточные токарные станки с ЧПУ, токарные центры с роботом

PICCHI (Италия)
- специальные станки с ЧПУ для массового производства

на наш стенд!

123007, Москва, Хорошевское ш., 32А
тел.: +7 (495) 647-26-41, 647-26-42
факс: +7 (495) 647-26-38
www.pride-eng.ru

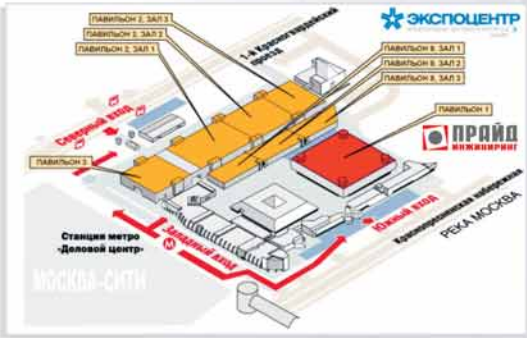
ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА

Компания **"Прайд Инжиниринг"** приглашает Вас посетить наш стенд в рамках выставки "Металлообработка-2010".

На стенде Вам продемонстрируют оборудование известных мировых производителей: вертикальные обрабатывающие центры, токарные, электроэрозионные станки, оборудование для обработки листа, инструмент и оснастку. В непринужденной обстановке Вы обсудите интересующие вопросы с представителями компаний-производителей.

2010 МЕТАЛЛООБРАБОТКА
ЭКСПОЦЕНТР

КРАСНАЯ ПРЕСНЯ **24 - 28 МАЯ**



Павильон 1
Стенд № 1F30

DARLEY (Голландия)
Гидравлические листогибочные пресса с ЧПУ,
гидравлические гильотинные ножницы с ЧПУ,
многофункциональные гибочные автоматы,
комбинированные ножницы

PULLMAX (Швеция)
Высокопроизводительные центры обработки листа и установки лазер-пресс

STAKO (Голландия)
Установки плазменной и газоплазменной резки с ЧПУ
для обработки листов любого размера

Boschert (Германия)
Координатно-пробивные пресса с ЧПУ

Belotti (Италия)
Установки водной и гидроабразивной резки с ЧПУ,
фрезерные установки, в т.ч. для обработки сэндвич-панелей,
комбинированные фрезерно-гидроабразивные установки

HAN'S LASER (Китай)
Установки лазерной резки, сварки, маркировки и гравировки с ЧПУ

YAMAZAKI MAZAK CORP. (Япония)
Машины лазерной резки для раскроя листа
Машины лазерной резки для раскроя трубных заготовок

MG (Италия)
Двух- трех- и четырехвалковые листогибочные вальцы
Установки профильной гибки

GEKA

Тел. (495) 228-03-02

www.gekamos.ru

УНИВЕРСАЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

OTEC
PRÄZISIONSFINISH

Станки для обдирки, шлифовки и полировки

Приглашаем посетить наш стенд №FG150,
на выставке «Металлообработка 2010»
в ЗАО ЦВК «Экспоцентр» на Красной Пресне
(г. Москва) с 24 по 28 мая 2010 г.

www.otecru.com

ПРОМТЕХ

ООО "ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"

Россия,196084, г. Санкт-Петербург,
ул. Цветочная 25,
БЦ "Мануфактура», офис 508.

- (812) 336-39-46/47/48
- e-mail: info@otecru.com
- www.otecru.com

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ОБРАБОТКИ

Успешная высокоскоростная обработка требует внимания к режущему инструменту, шпинделю и динамике станка.
Брюс Морей

Историки верят, что первый резьбовой винт был сделан около 400 г. н.э., а устройства для сверления еще раньше. При этом процесс совершенствования оборудования, инструмента, систем управления происходит постоянно. Это вызвано необходимостью получения деталей с лучшими потребительскими свойствами, обусловленными новыми требованиями заказчиков. Те, кто быстрее приспосабливается к этим требованиям в области качества, сроков и стоимости выигрывают в конкурентной борьбе. Те же законы развития технического прогресса стимулируют разработчиков двигаться по пути создания все более жестких и легких конструкций с более узкими допусками на размеры. В результате этих тенденций возникло такое направление как высокоскоростная обработка (ВСО).

Высокоскоростная обработка, находит применение для следующих материалов: алюминий, медь, графит, закаленная сталь. Эта технология также применима для обработки композитных и твердых металлических материалов. ВСО этих материалов применяется в аэрокосмической промышленности, автомобильной, медицинской при производстве оснастки и др.

До настоящего времени ведутся споры об основном эффекте ВСО – снижении времени цикла обработки, что не всегда бывает оправдано стоимостью мероприятий по организации процесса. Или, по второй версии, повышение качества и точности получаемых поверхностей. При этом стоит учитывать, что такие свойства ВСО, как плавные траектории движения инструмента, отвод тепла в стружку, более эффективное использование станков с ЧПУ, качество получаемых поверхностей после лезвийной обработки, сравнимое с обработкой шлифованием, и позволяет достичь новых потребительских свойств и экономии. Т.е. ВСО реализует принцип – делать с первого раза оптимально.

Специалисты по-разному определяют понятие высокоскоростной обработки. Самое простое определение – это обработка при скорости вращения шпинделя более 10 000 об/мин. Производитель инструмента мог бы определить ВСО по скорости резания, а производитель обрабатывающих центров – как способность CNC контроллера просматривать больший блок. Известно, что технология ВСО стремится использовать высокие скорости вращения и подачи при небольших усилиях резания, в то время как классическая обработка – обычную величину подачи с большой глубиной резания и высоким усилием резания. Например, некоторые обрабатывающие центры работают со скоростью до 30 000 об./мин и мощностью системы подачи до 30 л.с. (22,4 кВт). При этом условно можно разделить шпиндели для ВСО на три группы: силовые (15 тыс. об/мин, 45 квт), средние (24 об/мин, 20 кВт), скоростные (40 тыс об/мин и выше, 12 кВт). Чем выше количество оборотов, тем меньше мощность и диаметр инструмента.

Поэтому при определении ВСО правильнее рассматривать не только скорость шпинделя, но и весь динамический процесс обработки. Т.о. для описания процесса ВСО можно использовать 5 критериев, которые определяют 1) скорость шпинделя, 2) мощность шпинделя, 3) скорость подачи инструмента, 4) значения ускорений и замедлений рабочих перемещений, 5) степень точности перемещений. Последние три критерия служат для определения динамического отклика станка и определяют эффективность при обработке сплавов подобных алюминиевым. Однако динамика перемещения заготовки в некоторых случаях, когда рабочий стол станка подвижен, зависит также и от массы заготовки. В связи с этим, например, для аэрокосмической промышленности появляется следующая классификация деталей самолетов в две широкие категории – «тонколистовые" и "толстолистовые". Для деталей толщиной до 50 мм ВСО определяется как скорость шпинделя в 30000 об./мин, мощность шпинделя до 80 л.с. (60 кВт). Высокая скорость для деталей из толстого листа более 50 мм – 18 000 об/мин и мощность 135 л.с. (100 кВт). Динамические

Рис. 1 Станок Mazak Vortex 815-II

параметры в действительности не отличаются для обработки толстого или тонкого листа. Ускорение/замедление д.б. около 0,5 g и необходимо обеспечить как можно более быструю подачу (не обработку), по крайней мере 38 м/мин. Ускорение/замедление значительно влияет на время обработки для детали со сложной поверхностью, где инструменту нужно делать много изменений в траектории, связанных с увеличением припуска, а значит и изменением подачи.

Подача значительно влияет на время обработки, особенно на паразитное время, которое может составлять до 20% всего цикла при обработке алюминия. Паразитное время, по мнению американских специалистов, включает позиционирование инструмента для новой обработки или перемещение его для замены. Достижение высоких скоростей замены инструмента и позиционирования шпинделя в сочетании с высоким ускорением/замедлением – вот основные требования для современного обрабатывающего центра, ориентированного на высокоскоростную обработку легких сплавов. Некоторые образцы ОЦ имеют скорости позиционирования до 100 м/мин. Особенно эти показатели актуальны для обрабатывающих центров, предназначенных для обработки крупногабаритных деталей. Модели подобного оборудования разработаны **MAG Cincinnati** серии **HyperMach**.

Рис. 2 MAG Cincinnati серии HyperMach
а) вертикальный; **б)** горизонтальный

Второй важной группой рекомендаций при ВСО являются небольшие сечения стружки, определяемые подачей на зуб **и маленькая глубина резания**. Причем подача на зуб должна быть равномерной, в противном случае на инструмент начинают действовать перепады нагрузок при увеличении срезаемого припуска, что, как правило, приводит к поломке инструмента. Есть даже такая рекомендация, что глубина резания не должна превышать 10% диаметра фрезы. Это связано с тем, что, чем меньше глубина обработки при высокой скорости, тем меньше тепла передается как детали, так и инструменту. Так-

же меньшая сила резания возникает в процессе обработки, и деталь, и станок испытывают меньшие нагрузки. Стандартные методы обработки больших пазов с меньшей скоростью шпинделя – это потенциальная причина повреждения (деформации) деталей, например, из алюминия с небольшой толщиной. Т.е радиус фрезы должен быть меньше радиуса паза. Кроме того, меньшие усилия при резании означают также меньшие требования по закреплению инструмента.

Также **следствием снижения сил резания стало высокое влияние на процесс обработки биения инструмента, вибрации, инерционных процессов, охлаждение зоны резания**, т.к. при этих воздействиях возникают последствия, масштаб воздействия которых значительно отличается от технологии традиционной обработки. Так биение инструмента в 0,005 мм приводит к вибрациям и сверхбыстрому износу инструмента на эту величину. Примечательно, что наибольшая стойкость наблюдается при использовании обдува. Так как тепло концентрируется в стружке, ее надо просто удалить из зоны резания, а не охлаждать заготовку и инструмент как прежде. В случае применения СОЖ инструмент подвергается циклическим температурным нагрузкам на кромке, что приводит к преждевременному выкрашиванию. Постоянная тепловая нагрузка, даже на средних температурах лучше, чем меняющаяся циклическая нагрузка.

Другое интересное свойство ВСО – обработка сталей в термически обработанном состоянии. Поверхность заготовки не успевает нагреваться и отпуск поверхностного слоя не происходит. Если деталь после термообработки имеет деформации отверстий, то традиционно эти деформации пытаются устранить сверлением. В этом случае эффективным способом может быть спиральное фрезерование отверстий. По утверждениям некоторых авторов такой способ приносит также выигрыш в качестве и в производительности по сравнению со сверлением.

При чистовой обработке алюминия рекомендуется применять как можно более высокую скорость, при наличии шпинделя со скоростью 30 000 об/мин необходимо максимально использовать скоростные возможности шпинделя. Кроме того, рекомендуется ограничить диаметр используемого инструмента – чем быстрее производится обработка, тем меньше из-за центробежной силы, вызывающей дисбаланс, должен быть диаметр инструмента. Например, на ОЦ со скоростью шпинделя 33 000 об/мин и двигателем 107 л.с. (80 кВт) не рекомендуется использовать инструмент с максимальным расстоянием от оси до крайней точки зуба более 25 мм (радиус). Для большинства типов обработки диаметр в 25 мм и менее наиболее эффективен, безусловно, с применением HSK конуса.

Другой ключевой критерий для ВСО – CNC контроллер, и его способность управлять обработкой на высоких скоростях. Контроллеры с возможностью предварительного просмотра кадров управляющей программы, определяющий текущую скорость и ускорение/замедление инструмента в зависимости от требуемых перемещений являются, по общему мнению, таким же важным как и скорость шпинделя.

Стандартный предварительный просмотр на контроллерах составляет 60-80 блоков G-кода. На сегодняшний день рекомендуются специальные контроллеры, разработанные специально для ВСО, способные просматривать предварительно от 180 до 150 блоков, например, **Super GL4** компании **Makino**. Для той же геометрии обработки они на 15-30% быстрее, чем его предшественники. Специально для функции предварительного просмотра появилась опция «Изменение скорости пропорционально изменению направления». Используя алгоритм, названный “ускорение до интерполяции”, объединенный с полным просмотром до 80 блоков, эта опция обеспечивает контур обхода без риска нарушения запрограммированного пути. Иначе говоря, функция производит предварительный просмотр по программе во время исполнения и поддерживает скорость максимальной насколько возможно для любого изменения в направлении. Если изменение в направлении незначительно, то и скорость изменяется незначительно.

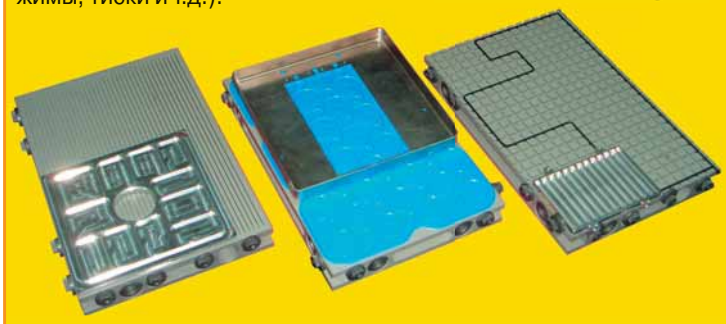
В то время как ВСО для алюминия может считаться стандартной технологией, ее применение для других ма-

Shtray

РЕВОЛЮЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЗАГОТОВОК

Вакуумные зажимные столы – простое решение для закрепления заготовок из немагнитных материалов (алюминиевые и цветные металлы, пластик, стекло, графит, древесина, керамика, сталь, титан и др.).

Процесс закрепления осуществляется с помощью вакуумного насоса, откачивающего воздух, что позволяет прижать заготовку к вакуумной плите без использования дополнительных средств закрепления (прижимы, тиски и т.д.).

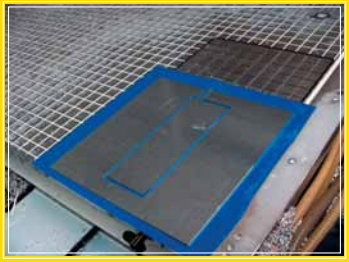


Вакуумная оснастка обеспечивает:

- возможность закрепления немагнитных материалов, что существенно расширяет номенклатуру обрабатываемых заготовок по сравнению с магнитным закреплением;
- возможность точной обработки корпусных деталей с тонкими элементами (дно, стенки, перегородки) в то время, как закрепление в тисках приводит к короблению детали;
- возможность обработки заготовок с 5-ти сторон с одного установа, включая сквозную обработку (обход по контуру, выполнение отверстий или выработка окон);
- универсальность (нет необходимости разрабатывать специальные приспособления для разных типов деталей);
- существенное снижение времени на операции по закреплению заготовок.

Наши специалисты обладают значительным опытом, накопленным за время внедрения этих систем на предприятиях России. Мы готовы ответить на любые вопросы и оказать квалифицированную помощь в подборе и решении сложных технологических вопросов.

117437, Москва, ул. Островитянова, д. 13
Тел. +7 (495) 956-68-00. Факс +7 (495) 956-62-00
info@shtray.ru www.shtray.ru



териалов представляет некоторые сложности. Это относится и к композитным материалам. Наслаивание может создать полость для доступа в обшивке крыла, но только с примерной точностью +/- 0,5 мм, поэтому требования по точности к сопрягающимся частям, соединениям и сборкам требует обработки.

Считается, что ВСО композитов требует меньше мощности резания и силы резания, чем для алюминия. Станок сам по себе не должен быть массивным, как для обработки алюминия, но должен быть достаточного веса для предотвращения возникновения вибраций. В большинстве случаев скорость шпинделя составляет 10 – 13 000 об/мин, хотя могла бы быть и выше. Сегодня за рубежом производится ВСО композитов при производстве самолетов, где обработка материала с припуском 0.3 - 0.4 мм осуществляется на станке со скоростью шпинделя 24 000 об/мин.

ОЦ, изначально разработанные для обработки металлов, сейчас используются для обработки композитов. При этом, как отмечалось, требования к такому оборудованию несколько иные, чем для обработки металлических материалов, что возможно послужит причиной создания более легкого и специально разработанного класса станков для обработки композитов. Такие машины могут найти широкое применение в аэрокосмической отрасли, энергетической и электротехнической промышленностях, при производстве специальных изоляционных деталей. Следует отметить, что детали в этих отраслях будут иметь большие габариты и при этом жесткие допуски на обработку.

Чтобы удовлетворить потребности в таком оборудовании для обработки длинных тонких деталей, которые имеют много изгибов – **MAG Cincinnati** разработала специальный фрезерный станок. Адаптируемый к алюминию, или к композиту, он обеспечивает сквозной процесс с рабочей зоной 4 на 2,4 м, скоростью шпинделя 24 000 об/мин, набором из 112 инструментов с диаметром не более 25 мм. Детали могут быть длиной до 12 м.

Все выигрывают от применения ВСО, особенно для обработки алюминия и композитов, поэтому эта **технология применяется и для обработки более твердых материалов. Титан, области применения которого расширяются, один из таких металлов**.

Станки по обработке алюминия более похожи на гоночную машину Формулы 1, а станки по обработке титана – на бульдозер. Существует разница в скорости, мощности и конструкции шпинделя. Хотя принципы скоростной обработки – резание на высоких оборотах с маленькими припусками – только иногда подходят для титана. В частности тонкостенные детали лучше обрабатываются с использованием принципов ВСО, например, детали с толщиной 0,76 мм и высотой 76 мм. Такая тонкая высокая стенка не может быть обработана по старому классическому процессу. Обработка на низкой скорости и большой глубиной резания вызывает большие усилия резания, деформируют деталь, отжимают режущий инструмент.

Низкая теплопроводность титана и высокий модуль упругости в сочетании с его твердостью делает его трудным для обработки. При обработке титана важны усилия резания и динамическая жесткость системы. Эти параметры определяют величину скорости резания, например, по сравнению с алюминием.

Скорость перемещения поверхности резания и скорость подачи – это измеряемые параметры ВСО. Поверхность резания определяется как функция скорости шпинделя и диаметра инструмента; скорость подачи есть функция скорости вращения, количества зубьев и подачи на зуб. Это делает конструкцию режущего инструмента определяющей возможность фрезерования, так как чем больше зубьев у фрезы при одинаковой подаче на зуб, тем больше скорость подачи. Как правило, для ВСО используется специализированный инструмент на основе мелкодисперсных твердых сплавов, нитрида бора, поликристаллических алмазов и т.д. Эти материалы имеют более высокую стоимость, чем обычные, однако, многие потребители готовы нести подобные расходы, применяя технологию ВСО.

Учитывая особенности титана, одно из последних предложений на рынке представляет собой твердосплавный инструмент, который работает на скорости 130 м/мин. Диаметр составляет 25,4 мм с максимальным количеством зубьев, можно обрабатывать на оборотах 1500 об/мин. и скорости подачи 2,5 м/мин., но это очень скоростная обработка для титана. Для других труднообрабатываемых материалов, например, таких как жаропрочные и нержавеющие стали, также возможно применение и развитие технологии ВСО в ближайшем будущем.

Более того, на оборудовании фирмы **Mazak** были проведены эксперименты по обработке титана твердосплавными концевыми фрезами со скоростями резания 170 – 200 м/мин. Также были проведены испытания по обработке нерж. сталей на 5-ти координатном обрабатывающем центре **Mazak Vortex 815-II**. На нержавеющей стали были испытаны инструменты от **Seco, Ignersoll, Kennametal** и **Sandvik**. В результате были достигнуты скорости резания в диапазоне 130-200 м/мин для плунжерной обработки.

Многие современные станки способны работать на таких высоких режимах. Для обработки специальных сталей и сплавов функция контролера, позволяющая предварительно просматривать программу, не является столь важной как при обработке алюминия, поскольку скорости не так высоки. Характеристика, наиболее важная для функционирования станка в этом случае, – это способность проводить мониторинг нагрузки на шпиндели и оси и соответственно корректировать возникающие деформации или другие отклонения. Оборудование, получая электрический сигнал обратной связи от сервоприводов, подстраивает скорость для соответствия условиям обработки, в том числе – даже остановки станка и смены инструмента если необходимо.

Реализация принципов ВСО позволяет достичь нового уровня качества, исключая некоторые технологические операции, т.е. еще и исключить возможность возникновения дефектов на исключаемых операциях. Требования, необходимые для реализации ВСО, например, равномерность срезаемого слоя или мониторинг усилий резаний на шпинделе привели к дальнейшей интеллектуализации и автоматизации обработки. Подобная интеллектуализация обработки приводит к увеличению роли знаний персонала и увеличения значения консолидации, хранения и организации применения созданных материальных ценностей (программ технологий, сертификатов и т.д.).

К.Л. Разумов-Раздолов
ООО «Русэлпром»
e-mail: rrkl@ruselprom.ru

PUMORI ENGINEERING INVEST

ПУМОРИ-ИНЖИНИРИНГ ИНВЕСТ

К высоким целям с высокими технологиями!

Оборудование
Инструмент
Инжиниринг
Оснастка
Сервис
Обучение

ПРИГЛАШАЕМ НА НАШ СТЕНД!
Выставка «Металлообработка 2010», 24-28 мая
Москва, Экспоцентр. Павильон 8, зал 1, стенд №81В50

Пумори-Москва
111123, Москва, Шоссе Энтузиастов, 56
тел./факс: (495) 228-64-63, 228-64-65
pumori-moscow@mail.ru www.pumori.ru

Пумори-Инжиниринг Инвест
620142, г. Екатеринбург, ул.Фрунзе, 35А
тел./факс: (343) 365-86-61, 257-18-49
stanok@pumori.ru www.pumori.ru

ПУМОРИ-СИЗ
УРАЛЬСКАЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНАЯ КОРПОРАЦИЯ

Предприятие основано Херманом Вайлером
GDW
Werkzeugmaschinen Herzogenaurach GmbH

ТОКАРНЫЕ СТАНКИ ПОВЫШЕННОЙ ТОЧНОСТИ
фирмы «GDW» (Германия)

- Большой выбор дополнительных принадлежностей
- Минимальные срок поставки
- Документация на русском языке
- Гарантия 12 месяцев

300 CS

Диаметр обработки	300/160 мм
Расстояние между центрами	650 мм
Вращение шпинделя бесступенчатое	30-4500
Мощность шпинделя	9,5 кВт

CNC Fanuc Quick Turn (Power Manual 0i Mate – TB)

350 CNC

Диаметр обработки	350 мм
Расстояние между центрами	400 мм
Вращение шпинделя бесступенчатое	6000 об/мин
Мощность шпинделя	7,5 кВт

CNC Fanuc Quick Turn и осью С (Power Manual 0i Mate – TB)

LZ 280 S

Диаметр обработки	330 мм
Расстояние между центрами	670 мм
Вращение шпинделя бесступенчатое	30-4000 об/мин
Мощность шпинделя	9,5 кВт

Подробную техническую информацию представленых и других станков GDW , а также перечень дополнительного оборудования Вы можете посмотреть на нашем сайте.

тел./факс (495) 228-0302
info@gardesmash.com

www.gardesmash.com

ИННОВАЦИИ В ИЗМЕРЕНИИ

Лапик

Инновации. Пожалуй, самое популярное слово в наше время. Инновации — технологии, позволяющие ускорить производство, сократить затраты и увеличить прибыль.

Компания «Лапик» — единственный в мире производитель шестиосевых координатно-измерительных машин (КИМ) — гексаподов. **КИМ «Лапик»** имеют уникальную запатентованную конструкцию, которая реализует высочайшие показатели по точности, надежности и производительности.

Точность. Отсутствие направляющих в виде порталов и мостов исключает появление погрешностей, вносимых этими элементами. Лазерно-интерферометрическая измерительная система значительно повышает стабильность измерений.

Надежность. В конструкции КИМ использованы комплектующие ведущих мировых фирм-производителей. Простые надежные решения сводят к минимуму техобслуживание и позволяют избежать дорогостоящего сервиса. В компании **«Лапик»** работают высококвалифицированные специалисты, которые производят быструю наладку оборудования на предприятии заказчика. КИМ могут работать в нетермостабилизированных помещениях.

Универсальность. КИМ не требуют наличия дополнительных приспособлений для измерения, что значительно увеличивает скорость измерения. За одну установку щупа полностью контролируются самые разнообразные поверхности детали.

Удобство. КИМ оснащены программным обеспечением, дружелюбным по отношению к оператору. Эксплуатационные расходы и потребление электроэнергии КИМ **«Лапик»** ниже западных аналогов.

ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА 6-ОСЕВЫХ КИМ:

- контроль всех параметров изделия за одну установку щупа
- измерение трудноступных мест – «мертвых зон» (внутренних полостей, криволинейных каналов, разнонаклонных узких отверстий)
- 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.) с сохранением точности измерения и до 400 т/сек. при сканировании
- чувствительность измерительного датчика менее 0,1 мкм

ЭТИ МАШИНЫ НЕ ПОДВЕДУТ

Измерительное оборудование **ООО «Лапик»** включает ряд «ноу-хау». Конструктивные, схемные и технологические решения, программное обеспечение КИМ защищены более 20 патентами.

Промышленная эксплуатация оборудования компании **«Лапик»** насчитывает более 15-ти лет в России, Китае, Белоруссии, Казахстане. Вот некоторые из отзывов наших потребителей:

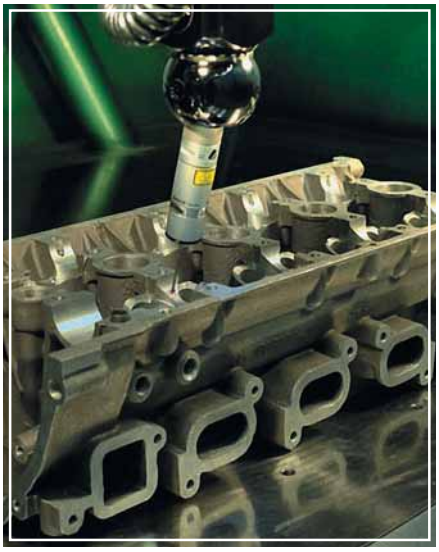
«Опыт эксплуатации измерительных машин **«Лапик»** показал их высокую надёжность и точность, метрологические характеристики **КИМ «Лапик»** значительно выше паспортных, несмотря на значительный срок эксплуатации» (главный метролог РУПП «БелАЗ»).

«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 **КИМ «Лапик»** позволяет значительно сократить время и средства на технологическую подготовку производства при освоении новой продукции» (главный инженер завода ФГУП «ВНИИЭФ-РФЯЦ»).

Пока подавляющее число предприятий в России по привычке используют КИМ западных производителей. **ООО «Лапик»** – единственный в России производитель КИМ, предлагающий инновационный продукт. А инновации имеют свойство разрушать привычки.

В этом вы можете убедиться на выставке «Металлообработка» в ЦВК «Экспоцентр» 24-28 мая 2010 года. В павильоне №2 зала №1 **«Лапик»** продемонстрирует новейшие технологии измерения.

г. Саратов, пр-т Строителей, 1
(8452) 63-00-49/35-49-69/63-37-87
e-mail: info@lapic.ru
www.lapic.ru



ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ШТАМПОВКИ

ОМД Technology

ИК "ОМД Технолоджи"
РОССИЯ, Воронеж, пер. Славы 5, оф. 37
Тел/факс +7 4732 466 269
E-mail: info@omd-t.ru, www.omd-t.ru

ПРИГЛАШАЕМ НА ВЫСТАВКУ МЕТАЛЛООБРАБОТКА 2010 МОСКВА 24-28 мая 2010

На рынке оборудования более 25 лет

Поставка современного металлорежущего оборудования
ПРОМЭЛЕКТРОНСЕРВИС

РЕМОНТ, МОДЕРНИЗАЦИЯ И ПОСТАВКА
Станков: токарные, токарно-карусельные, фрезерные, расточные, шлифовальные, сверлильные.

ЧПУ: Fanuc, Siemens, NC, FMS, Микрос
Привода: Omron, Fanuc, Siemens, KEB

ЗУБО-ФРЕЗЕРНАЯ ГРУППА

г. Москва, Каширский проезд, д.13
Тел.: (495) 785-02-89, 785-20-84, (499) 611-13-64
E-mail: rif1@tlms.ru

Научно-Промышленная Корпорация
ДЕЛЬТА-ТЕСТ
ЭЛЕКТРОИСКРОВЫЕ СТАНКИ И ТЕХНОЛОГИИ

АРТА®

Современное Надежное Высокоточное
электроэрозионное оборудование
для решения Ваших производственных задач

В электроискровых станках АРТА производства Научно-Промышленной Корпорации «Дельта-Тест» заложен широкий спектр технологических возможностей для решения задач в самых различных производственных областях: от обработки штампов и пресс-форм до изготовления элементов приборов нанотехнологий, деталей СВЧ техники. Отличительными преимуществами нашего оборудования являются:

- высокая надежность, точность, применение передовых технологий и комплектующих от мировых лидеров при разработке и производстве станков;
- доступная цена оборудования, включающая полный спектр выполняемых работ от пусконаладки, обучения до гарантийного и сервисного обслуживания;
- применение в качестве режущего инструмента как стандартных, так и специальных «тонких» проволок (диаметром от 0,012мм=12мкм) для изготовления микродеталей с минимально достижимой шириной паза менее 20 мкм;
- возможность обработки нестандартных материалов (графитов, магнитов, PCD и др.);
- невысокая стоимость текущего обслуживания (в сравнении с импортными аналогами).

Приглашаем Вас посетить наш стенд
в павильоне 2.1
на выставке "Металлообработка-2010"
24-28 мая 2010 года

141190, г. Фрязино, Московская область, Заводской проезд, дом 4
тел./факс: (495) 995 09 68; (49656) 4 71 44, 4 94 55
www.edm.ru

О ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОГО ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Анализ развития современных технологий литейного производства (ЛП) и факторов, воздействующих на них, позволяет разделить эти факторы на внешние (влияние научно-технического прогресса (НТП)) и внутренние, определяемые логикой развития технологий самого ЛП.

Основные закономерности НТП:

- расширение ассортимента применяемых природных материалов и их физико-технологических параметров;
- рациональное количественное использование материалов, создание искусственных материалов с заранее заданными свойствами и постоянное совершенствование применяемых естественных и искусственных материалов;
- применение все более сложных источников энергии;
- возрастающая интенсивность и стремление к непрерывности технологических процессов;
- последовательное движение от использования механических, физических и химических процессов к техническому использованию биологических процессов;
- применение компьютерных, нанотехнологий и технологий прототипирования;
- замена на пути эволюционного развития технологий, в частности технологий ЛП, машинами функций человека: энергетической, транспортной, функции технологического изменения обрабатываемого материала, контрольно-измерительной и, наконец, самой важной и сложной функции – логической на основе использования современных компьютерных технологий.

Однако, отечественные специалисты-литейщики столкнулись с ситуацией, когда с конца XX века практически прекращено функционирование отечественной прикладной науки в области ЛП, прекратили существование НИИ и КБ и практически отсутствует отечественное литейное машиностроение.

Для содействия инновационному развитию отрасли было важно провести анализ технологий ЛП и тенденций их дальнейшего развития. В связи с этим была разработана методологическая оценка на основе мониторинга совокупностей патентных документов (СПД), которая позволила построить концептуальные статистически обоснованные графические информационные модели (КСОГИМ) с учетом развития аналогичных технологий ЛП ведущих индустриально развитых стран (ВИРС).

Проведенными исследованиями установлено, что отраслевые СПД, в частности по технологиям ЛП, опосредовано определяют качественные (структурные) и количественные (динамические) оценки основы научно-технического потенциала – ЛП ВИРС: США, Японии, ЕС, России, Китая и др. [1].

Рассмотрим структурный и динамический анализ СПД по отечественным технологиям ЛП за длительный период с 1896 года по 2000 год (см. **рис. 1**).

В этот период основными анализируемыми направлениями технологий ЛП являлись: **I** – плавка и заливка, **II** – технология и оборудование разовых песчаных литейных форм, **III** – специальные способы литья, **IV** – литейные сплавы, **V** – прочие вопросы.

Важно отметить, что в начале XX века вопросы плавки и заливки занимали примерно – 30% всей СПД, а к концу XX века они составили менее 10%. Направление II – технология и оборудование разовых песчаных литейных форм на всем протяжении рассматриваемого периода остаётся сравнительно стабильным, хотя к концу XX века наметился спад. Направление III – специальные способы литья за рассматриваемый период выросло с 12% в начале века до 45% к его концу, что отражает реальное положение и в развитии технологий ЛП по специальным способам литья. Направление IV – литейные сплавы за отмеченный период выросло с 4% в начале века до 10–12% к его концу и, главным образом, за счет роста ПД по цветным сплавам: Al, Mg, Cu, Zn, Ti и др.

Проведенный мониторинг СПД по технологиям ЛП позволил отметить следующие тенденции.

ЛИДИРУЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕСЧАНЫХ ЛИТЕЙНЫХ ФОРМ

Как видно из **рис. 1**, **технология литья в разовые песчаные литейные формы на всем протяжении XX века** остается одним из основных технологических производственных процессов. Ведущие задачи современной технологии литья в песчаные формы (заливка форм, управление кристаллизацией расплава отливки в форме, расчет параметров уплотнения формовочной смеси, превентивный расчёт добавок в формовочную смесь и др.) решены или решаются с использованием компьютерных технологий.

ЛП располагает относительно широким спектром промышленно освоенных технологий изготовления литейных форм, например, с применением песчано-глинистых, песчано-смоляных, ХТС (технология изготовления форм из холодно-твердеющих смесей) и других смесей, а также технологиями, в которых используют формовочный песок или смесь без связующих. Это – вакуумно-пленочная, магнитная формовка и формовка по выжигаемым газифицируемым моделям.

Такое многообразие технологий изготовления песчаных литейных форм и их упрочнения (механическим, химическим и физическим путем) требует обоснованного разграничения их применения в зависимости от серийности, массы, конструктивных особенностей отливок, наличия высокопроизводительного технологического оборудования и других факторов, например, экологических и экономических.

Как подтверждает мониторинг СПД, динамика патентования позволяет судить о конкурентности того или иного направления развития технологий ЛП. Исследование, представленное диаграммами (см. **рис. 2**) по классам B22C 1/00-1/26 – «Фор-

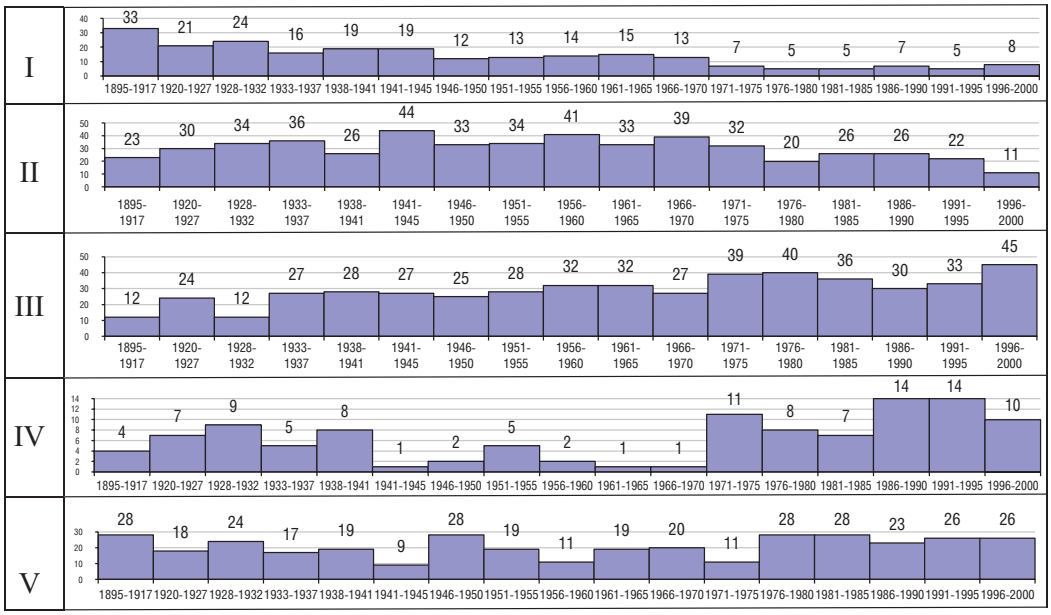


Рис. 1 Структурный и динамический анализ СПД по ЛП за период с 1896 по 2000 год

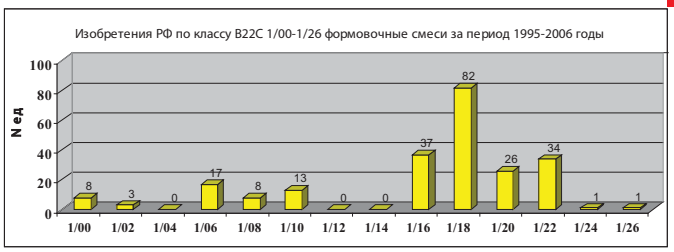
мовочные смеси и материалы для литейных форм и стержней», определило, что динамика патентования в РФ по рубрикам, относящимся к песчано-глинистым формовочным смесям (B22C 1/00-1/02), характеризуется крайне низкими показателями, что можно объяснить общими экономическими трудностями в стране и отсутствием инновационных разработок по составам песчано-глинистых формовочных смесей.

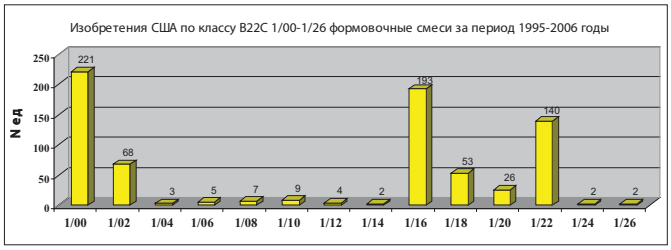
Классы: B22C1/16, 1/18, 1/20 и 1/22, относящиеся к формовочным смесям и материалам для литейных форм и стержней с применением связующих веществ: неорганических связующих, органических связующих и из искусственных или натуральных смол, показывают, что эти направления развиваются наиболее динамично, а, следовательно, и наиболее перспективны.

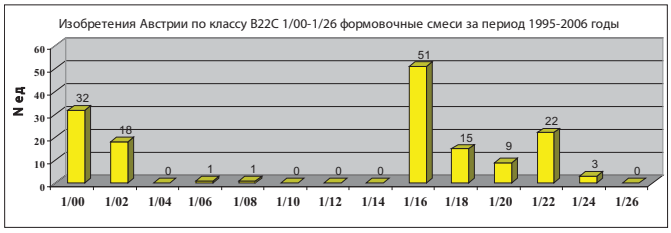
Предусматривается дальнейшая конкретизация в развитии этих направлений, в частности, с применением следующих неорганических связующих веществ: полиалкены; полиакрилаты; полимеры, содержащие галогены; фурановые полимеры; полимеры конденсации альдегидов и кетоны; полиэпоксиды; полиэстеры; поликарбонаты; полиамиды и т.д.

В современном литейном производстве ни одна технология изготовления песчаных литейных форм не является лучшей и универсальной. Каждая из них имеет свои преимущества и недостатки и определенную область применения. Специалистами, например, ЗАО «Литаформ», НИИТавтопром и МГТУ МАМИ совместно разработан пакет прикладных программ (ППП), который включает следующие значения: параметры точности отливки, а также допусков, припусков на механическую обработку, формовочных уклонов и припусков на усадку при проектировании модельно-стержневой оснастки, обобщающие параметры при проектировании литниковых систем, прибылей и холодильников.

Другой современной конкурентной технологией изготовления песчаных литейных форм и стержней является технология ХТС. Она относится к технологиям химического упрочнения. В технологиях ХТС используют большую номенклатуру связующих материалов, отличающихся по химическому составу и механизму действия. Основной показатель состава ХТС – содержание связующих, определяющее уровень прочностных характеристик стержней и форм, качество отливок, санитарно-технические характеристики процесса и его технико-экономическую эффективность. Применяя технологию ХТС, стремятся к







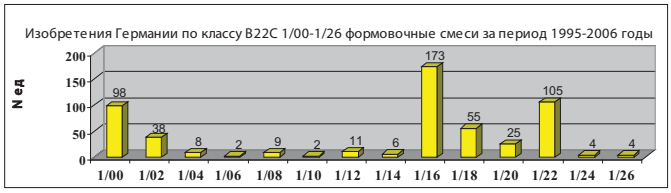


Рис. 2 Закономерности динамики патентования ПД (Nед.) по классам B22C1/00-1/26 за период 1995-2006 годы в России, США, Австрии и Германии

CARETTA TECHNOLOGY
WATERJET CUTTING SYSTEMS
SISTEMI DI TAGLIO A GETTO D'ACQUA

AccuStream

abrajet
ABRASIVE GARNET CHOOSE THE BEST

Итальянская компания **«Caretta Technology S.r.l» (www.caretta.it)** – производитель станков гидроабразивной резки , плазменной резки и гибридной резки.

Американская компания **«AccuStream» (wwww.AccuStream.com)** – производитель запасных частей и расходных материалов для станков гидроабразивной резки и насосов высокого давления.

Итальянская компания **«Abrajet S.r.l» (www.abrajetgarnet.com)** – производитель и поставщик гранатового абразива для станков гидроабразивной резки.

Официальный представитель в России и странах СНГ: ООО «Ватермаш» (Watermash)
195027, Санкт-Петербург, ул. Магнитогорская, д.51 Бизнес-центр«КРОЛ», офис 308.
Тел./факс: **(812) 441-32-24, 441-32-47** http://**www.watermash.ru ,** e-mail: **mvzhukov@mail.ru**

минимальному расходу смолы с учетом достижения достаточной общей и поверхностной прочности.

К самотвердеющим смесям с неорганическими связующими относятся следующие: смеси на жидком стекле – CO_2 - процесс; пластичные самотвердеющие смеси (ПСС), жидкие самотвердеющие смеси (ЖСС); самотвердеющие смеси на жидком стекле с жидкими отвердителями; смеси на фосфатных связующих: железо фосфатные смеси, магний фосфатные смеси и цементные смеси.

Технологии ХТС основываются на двух типах материалов и различиях их упрочнения: а) смеси, включающие связующее и отвердитель (или катализатор), которые затвердевают без внешнего воздействия; их у нас называют самотвердеющие, а на Западе –No Bake; б) смолы, затвердевающие под воздействием внешнего газообразного реагента, который продувают через стержень или форму; на Западе этот вид смесей определяют термином – Cold-box. Катализатор – компонент связующей композиции, обеспечивает отверждение смолы по каталитическому механизму, например, амин в Cold-box-amin-процессе. Отвердитель-компонент, обеспечивающий отверждение благодаря его химическому взаимодействию со связующим, например, эфирные отвердители в процессах α-set и β-set и др.

От правильного, обоснованного выбора технологического процесса зависят все основные технико-экономические результаты его использования. На сегодняшний день не существует системного формализованного решения этой проблемы даже на уровне компьютерных технологий. Поэтому сегодня решение этого вопроса - выбор оптимального производственного технологического процесса, требует системного анализа по трём направлениям: технологическому, экономическому и экологическому.

Следующей конкурентной технологией изготовления песчаных литейных форм является **вакуумная формовка**, при которой формы упрочняют (физическим способом) под воздействием вакуума. Основные преимущества вакуумной формовки заключаются в отсутствии газотворного связующего в составе формовочной смеси и систем приготовления и регенерации смесей.

Анализ патентования по рубрикам Международной патентной классификации (МПК), относящийся к вакуумной формовке, показал, что за период 1995-2006 годы динамика патентования по ВИРС: США, Германии, Японии, РФ и Китая незначительна. Поэтому можно предположить, что данная технология опирается в настоящее время в основном на разработки, запатентованные Японией в прежние годы, а технологическое оборудование, созданное в этот период, еще удовлетворяет современным производственным требованиям.

На основании проведенного краткого анализа можно сделать следующие **выводы по технологиям литья в песчаные литейные формы**:

1. Современные технологии формования в песчаных формах в определенной степени отработаны, универсальны, взаимозаменяемы и конкурентны с учетом характера производств (массового, серийного и индивидуального).

2. В настоящее время изготовление мелких отливок большими сериями целесообразно на линиях и автоматах без опочной формовки с применением песчано–глинистых смесей.

3. Средние отливки из железных и не железных сплавов, малыми и большими сериями изготавливают конкурирующими технологиями: с применением, например, импульсной формовки с подпрессовкой песчано-глинистых форм, вакуумно-пленочной формовки и с применением технологии ХТС.

4. Крупное литье и другие единичные отливки целесообразно изготавливать с применением технологии ХТС.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ СПОСОБЫ ЛИТЬЯ

Перед современным ЛП стоит задача максимального приближения по точности размеров и чистоте поверхности отливок к готовым деталям. Для обеспечения надежной работы деталей во время эксплуатации современных машин в особых условиях и агрессивных средах необходимо изготовлять детали точными методами, практически исключающими обработку резанием, которая снижает прочность и надежность этих деталей, а в некоторых случаях вообще недопустима или невозможна.

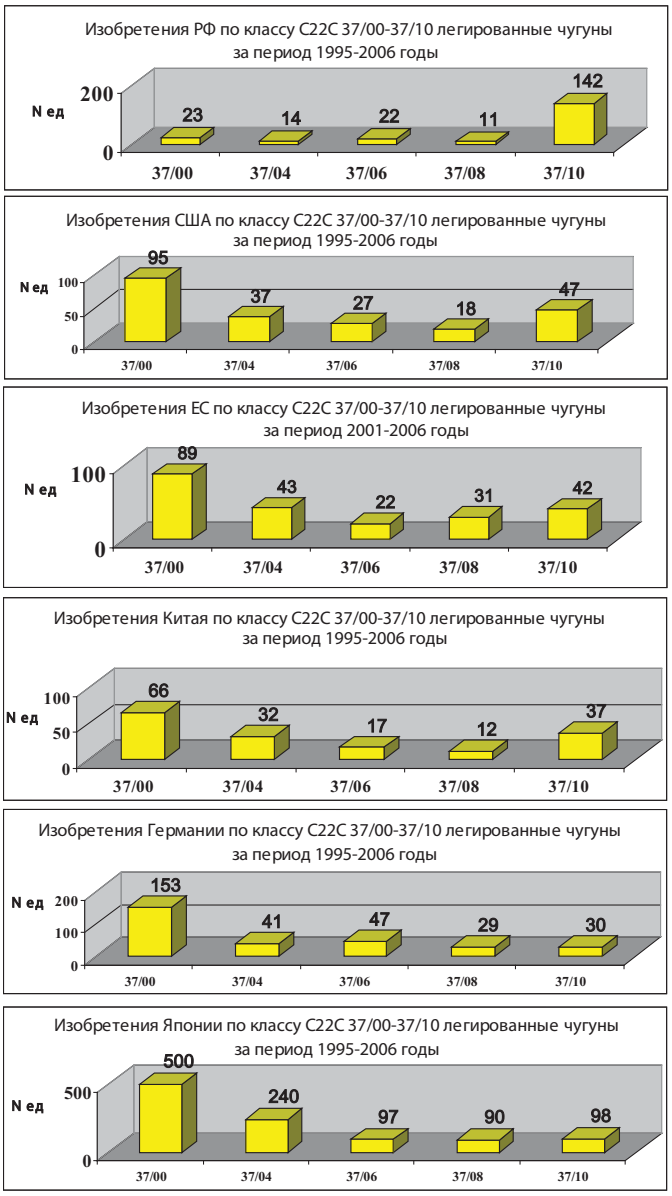


Рис. 3 Закономерности динамики патентования ПД (Nед) по БД: РФ; США; ЕС; Китая; Германии и Японии по классам C22C37/00-37/10 –легированные чугуны за период 1995-2006 гг.

Проведенное исследование по специальным способам литья по подклассу МПК - B22D показывает, что наиболее динамично развиваются с патентной точки зрения и по объемам производства непрерывное литье металлов и литье под давлением [1]. Получение заготовок определенной номенклатуры методом непрерывного литья взамен поковок, штамповок, литья в песчаные формы позволяет частично решать эти проблемы.

Направления развития технологии непрерывного литья металлов на ближайший период определяются следующими тенденциями развития: непрерывное литье специальных сплавов; алюминиевых и медных сплавов; по видам отливаемых изделий: для проводов, труб, составных слитков, армированных слитков, изготовления двутавровых балок, U-профиля; использование магнитного поля в качестве кристаллизатора; кристаллизаторы с напором в системе питания; многоканальные кристаллизаторы; вращающиеся кристаллизаторы; кристаллизаторы со специальным профилем; двух ручьевое горизонтальное литье; контроль чувствительный к уровню жидких металлов и уровню шлака; измеряемый температурой; измеряемый весом жидкого металла; с использованием оптических средств, электрических, магнитных, звуковых и ультразвуковых средств; с использованием рентгеновского или ядерного излучения; контроль чувст-

вительный к толщине закристаллизовавшейся корочки; контроль вторичного охлаждения.

Как показывают патентные исследования, литье под давлением после технологии непрерывного литья является наиболее востребованным технологическим процессом в ВИРС. **В развитии технологии литья под давлением на ближайшую перспективу можно отметить следующие направления модернизации технологии и технологического оборудования**:

- нагревание, охлаждение или смазывание пресс-форм с использованием инжекции;
- совершенствование охлаждающей и нагревательной аппаратуры для пресс-форм;
- обеспечение амортизации при пике прессования;
- использование двух и более поршней для давления;
- создание напряжения после запрессовки металла в форму;
- совершенствование управляющих или выводящих устройств для удаления стержней;
- совершенствование оборудования для обрезки питателей;
- выбор материалов для пресс-форм;
- совершенствование оборудования для подрыва или удаления отливок из пресс-форм;
- создание пресс-форм, обеспеченных средствами для маркировки или узора;
- создание пресс-форм со стенками с резьбой.

Закономерности динамики патентования по БД: РФ; США; ЕС; Китая; Германии и Японии по классам С22С37/00-37/10 (см. **рис. 3**). Подгруппы МПК: (1)-37/00 – легированные чугуны; (2)-37/04 – содержащие шаровидный графит; (3)-37/06 – содержащие хром; (4)-37/08 – с никелем; (5)-37/10 – содержащие алюминий или кремний.

Анализ динамики патентования по легированным чугунам за период 1995-2005 гг. позволяет сделать следующие выводы: а) патентование по всем подгруппам всех стран кроме РФ – сходно, отличие только в динамике патентования – наибольшая динамика патентования в Японии; б) в РФ динамика патентования наибольшая в подгруппе (5) – 37/10 – чугуны, содержащие алюминий или кремний; и самая низкая динамика патентования из всех стран по подгруппе (2) – 37/04 – чугуны, содержащие шаровидный графит.

Марочник сталей и сплавов [2] – содержит 801 марку стали, в том числе 105 марок сталей для отливок. Стали для отливок составляют в общем списке – 13%. Марки углеродистых сталей (в ед.) – 10%, от всех сталей для отливок, хромосодержащие соответственно – 63%, марганцовистые стали – 22% и сплавы на никелевой основе для отливок – 8%.

Более 60% всех стальных отливок производилось из углеродистой стали, преимущественно 25Л, 35Л и 45Л. Второе место по объему производства отливок более 15% занимала износостойкая высоколегированная, аустенитная сталь. Около 10% отливок для ответственных тяжело нагруженных деталей машин производилось из конструкционных легированных сталей, сочетающих высокую прочность, пластичность и вязкость.

Особенно перспективны в настоящее время экономно легированные стали – марганцевые, марганцекремнистые и хромомарганцекремнистые.

Общий выпуск цветного литья в стране составлял в лучшие годы примерно 5% или выше 1 млн. т в год от общего выпуска фасонного литья, считая железо – углеродистые сплавы, но имел определенную тенденцию к увеличению своей доли в общем балансе литья. В общем выпуске цветного литья на долю алюминиевых сплавов приходится ~68%, медных – 25%, магниевых – 3% и цинковых 4%. Композиционные материалы применяют для отливок, работающих в сложных термодинамических условиях, например, в турбо– и ракетостроении, где требуются материалы с повышенными физико–механическими свойствами в области высоких температур.

НЕКОТОРЫЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЛП НА БЛИЖАЙШУЮ ПЕРСПЕКТИВУ

- Предусматривается дальнейшая конкретизация в развитии формовочных смесей с применением следующих связующих веществ: полиалкены; полиакрилаты; полимеры, содержащие галогены; фурановые полимеры; полимеры конденсации альдегидов и кетоны; полиэпоксиды; полиэстеры; поликарбонаты; полиамиды и т.д.
- Дальнейшее совершенствование технологий и технологического оборудования для смесеприготовления, например, смешивание формовочной смеси при транспортировке на кон-

Рапид
научно-производственная компания
ООО НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ
"РАПИД"

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

- лазерные раскройные станки портального типа на основе ***волоконных иттербиевых лазеров*** различной мощности для высокодинамичного раскроя листового металла с высокой точностью по контуру любой сложности. Очень низкое энергопотребление.
- лазерные раскройные станки портального типа с ***мощными CO_2 лазерами «Rofin-Sinar»*** для различных отраслей промышленности.
- лазерные раскройные станки с ***CO_2 лазерами малой и средней мощности*** для рекламной, мебельной, швейной и других отраслей промышленности.
- скоростные станки плазменной и термической резки с комплектацией источниками плазмы фирм ***«Kjellberg»*** (Германия) и ***«Hypertherm»*** (США), дополнительная комплектация механизированным газовым резаком ***TANAKA*** или ***HARRIS 198-2TAF*** с автоподжигом.
- станки гидроабразивной резки для фигурного и точного раскроя различных металлических и неметаллических материалов (камня, стекла, композитов, резины, поролона и других).
- промышленные координатные столы с ЧПУ (роботы, позиционеры) портального типа для лазерных, плазменных, термических и гидроабразивных раскройных станков, а также установки неразрушающего контроля. Размеры и исполнение по Вашему техзаданию.
- широкоформатные планшетные промышленные плоттеры (графопостроители, координатографы) для высокодинамичного выполнения проектно-конструкторских, плазово-шаблонных работ и контроля обрабатывающих программ в авиационной промышленности, вычерчивания раскладок лекал в швейной и обувной промышленности.

Промышленное исполнение, прочное стальное основание, комплектующие лучших мировых производителей - зубчатая рейка-шестерня ***Gudel***-Швейцария, планетарные редукторы ***ALFA***-Германия, 3-х координатный контроллер движения ***"Advantech"*** и ***"Mitsubishi"***, следящие сервоприводы с обратной связью по скорости и положению.

394028, г. Воронеж, ул. Ильюшина, дом 3
Тел. **(4732) 51-67-49, тел./факс (4732) 54-33-36**
e-mail: **mail@npkrapid.ru, npkrapid@yandex.ru** http://**www.npkrapid.ru**

вейерной ленте с управляемыми элементами перемешивания и использование вибрации. В модельной оснастке предусматривается использование корректируемых, секционных, увеличивающихся в размерах или гибких моделей. Для технологии изготовления форм по выплавляемым моделям применение охлаждающихся или нагревающихся пресс-форм.

- В области процессов литья (совместно с металлургическим производством) предусматривается совершенствование предварительной технологической обработки металлов газами. Применение контролируемых приборов для определения появления шлака в струе жидкого металла, уровня жидкого металла, определение толщины кристаллизуемой оболочки металла и для определения вязкости жидкого металла.

- В области специальных способов литья, особенно в непрерывной разливке металлов, предусматривается непрерывная разливка по видам сплавов: нержавеющие стали, алюминиевые, магниевые, медные сплавы и изготовление непрерывным литьём урановых стержней для атомных энергетических установок. Предусматривается отливка составных слитков, т.е. из двух или более жидких металлов, различных композиций, используемых в цельнолитых слитках, конструкции податливых кристаллизаторов, совершенствование вторичного охлаждения и др. Будущее непрерывной разливки связано с совершенствованием систем управления процессом в автоматизированном режиме, базирующемся на информационных технологиях и использующих максимально возможное количество контролируемых технологических параметров, включая параметры предшествующих переделов. Контроль качественных параметров литой металлопродукции, интегрированных в общую систему производства металла.

- Вводится дробная градация для литья различных цветных сплавов: литье легких сплавов: с высокой точкой плавления Be, Ti; низкой точкой плавления A1, Mg; литье тяжелых металлов с чрезвычайно высокой температурой плавления: W, Ta, Mo, Zr, Cr, V; литье тяжелых металлов с высокой температурой плавления: Co, Ni, Mn, Cu; литье тяжелых металлов с низкой температурой плавления: Zn, Pb, Sn.

- Специальное литье предусматривает: литье пенометалла и литье драгоценных изделий.

- Предусматривается модернизация обработки металла в жидком или вязком состояниях в литейной форме с использованием инертного газа, реактивных газов и направленной кристаллизации.

- Предусматривается модернизация обработки отливок после литья: модернизация удаления стержней выщелачиванием, вымыванием или растворением; с использованием взрывной волны; с использованием эффекта электрогидравлического удара.

- Выделены для модернизации технологии герметизации или пропитки пористого литья.

- Предусматривается модернизация в оборудовании, используемом как в литейном производстве, так и в металлургическом, применение модернизированных установок для чистки ковшей, для футеровки ковшей и ее восстановления, удаления футеровки; охлаждение стопора, применение стопора со средствами для введения жидких добавок в расплав; обеспечение вращения выливающемуся из ковша жидкому металлу.

Поскольку изобретения обладают потенциалом упреждения, а изобретения в области технологий ЛП внедряются в практику по оценкам экспертов примерно через 10 лет, то можно достаточно обоснованно ожидать, что выявленные закономерности технологий ЛП ВИРС на ближайшие 10 лет – до 2020 года, являются определенными и устойчивыми.

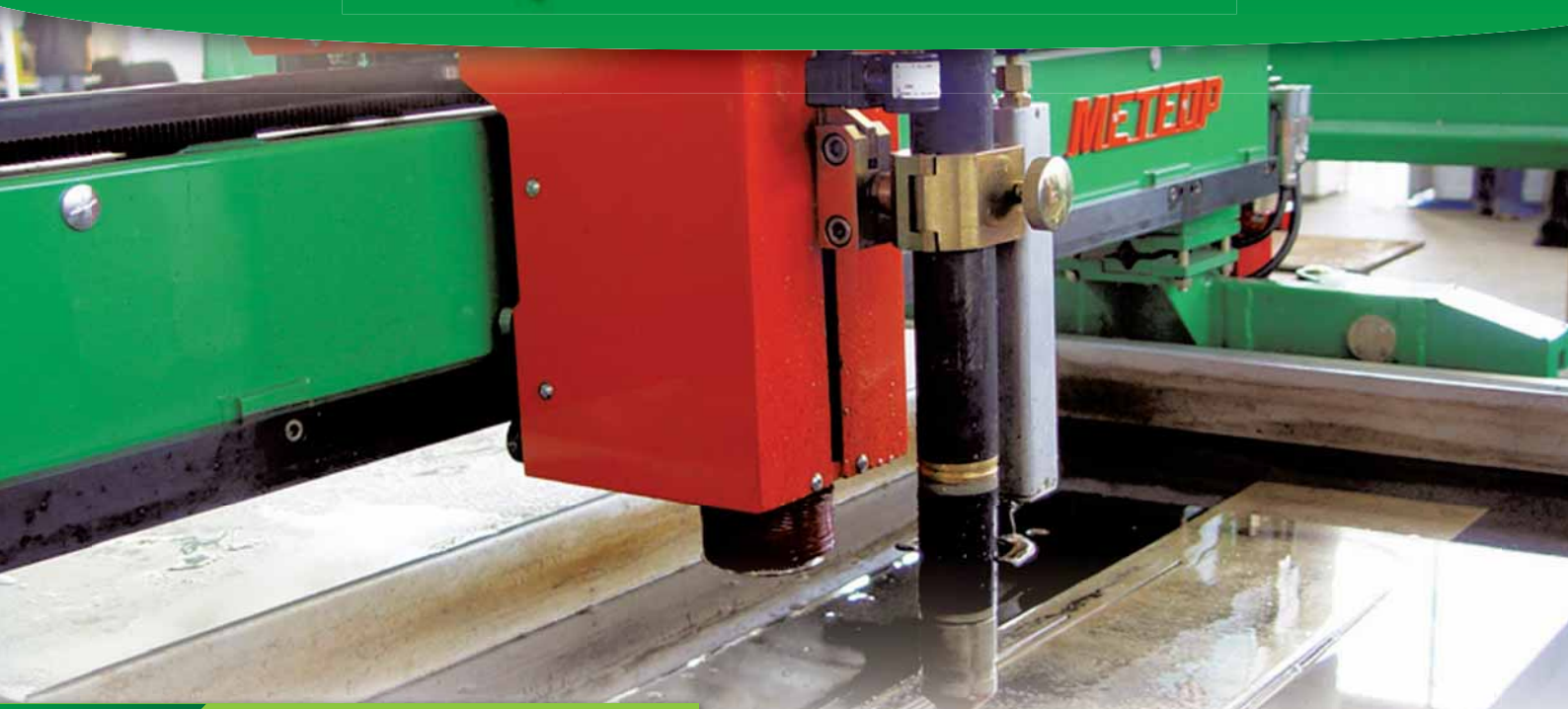
Алексей Алексеевич Минаев
профессор, к.т.н. кафедры
М и ТЛП имени П.Н. Аксенова МГТУ «МАМИ»

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Минаев А.А. Современные представления о закономерностях развития технологий литейного производства // Литейщик России.- 2006.- № 8,- С. 28-35.

2. Марочник сталей и сплавов, 2-е изд. – М. «Машиностроение», 2003, Изд. «Машиностроение-1», 782 с.

АВТОГЕНМАШ



ПРОИЗВОДСТВО

- Машин для термической резки "Комета"
- Машин для термической резки "Комета" с возможностью резки фаски под сварку
- Комплексов для термической резки листового проката и фигурной плазменной резки труб "Комета М-К-Пл-Т"
- Машин для гидроабразивной резки "Марина 1,0-1,2"
- Машин для микроплазменной резки "Метеор"
- Машин переносных "Радуга М", газорежущих по копиру "АСШ-70М"
- Насосов для сжиженных газов серии НСГ производительностью от 90 до 700 л/час
- Теплообменников-ожижителей, влагоотделителей, газификаторов, испарителей, турбодетандерных агрегатов, криогенной арматуры

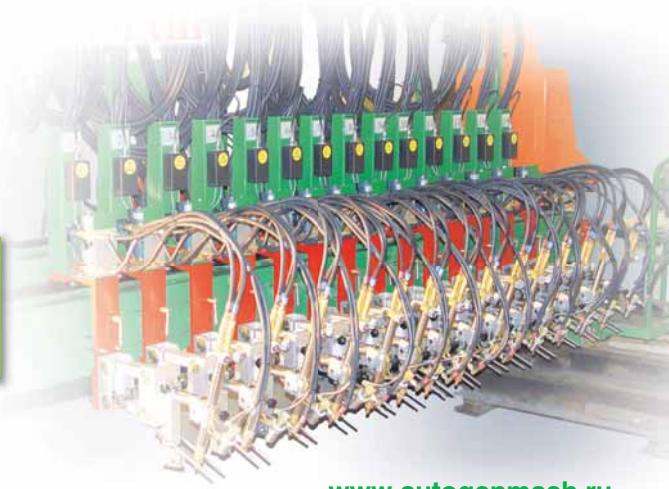
ПОСТАВКА

Машинных аппаратов плазменной резки фирм: **«Hypertherm»**, **«Thermal Dynamics»**, **«Kjellberg»**, российских УПР 4011-1

КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ

Машин для термической резки серий: **«Комета»**, **«ПКФ»**, **«ПКЦ»**, **«ППлЦ»**, **«Кристалл»**, **«Гранат»**, **«Омнимат»**, **«Телерекс» и др.**

Мы уверены в своем опыте и возможностях. Поэтому с полной ответственностью предлагаем решение задач от проекта до внедрения оборудования в эксплуатацию с использованием новейших технологий, отвечающих мировым стандартам, «под ключ».



Россия, 170039, г. Тверь, ул. Паши Савельевой, д. 47
Тел.: (4822) 32-86-44, 32-86-55. Факс (4822) 32-86-33
E-mail: autogenmash@rambler.ru, autogenmash@yandex.ru

www.autogenmash.ru

Laser Master Group

ЛАЗЕРНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

ПЛАЗМЕННЫЕ КОМПЛЕКСЫ

ЛАЗЕРНАЯ РЕЗКА

а также: гибка, порошковая покраска, разработка конструкторской, документации, сварка, токарно-фрезерные работы, слесарные работы

ООО «Лазер Мастер Групп»
Москва, улица Автозаводская, дом 23, корпус 1

Тел.: (495) 971-01-28
Тел./факс: (495) 781-75-18

http://www.lazer-master-group.ru
e-mail: laser5@mail.ru

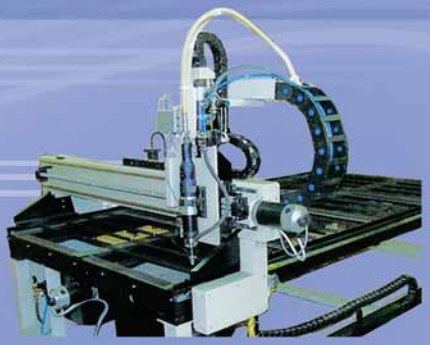
Лазерное оборудование для резки

На основе твердотельных лазеров
ЛТК ТЕГРА-500Р (базовая модель)

Тип лазера - YAG:Nd
мощность излучения - 500 Вт
поле раскроя - 1,5 х 2,5 м
точность - не хуже 0,1 мм

Обрабатываемые материалы:
черные и нержавеющие стали, сплавы алюминия толщиной до 6 мм

На основе **ВОЛОКОННЫХ** лазеров
ЛТК ТЕИР-400, 700, 1000



Скоростной раскрой черного металла и сталей

	Толщ. 1,2 мм	Толщ. 2 мм	Max 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

Специализированное оборудование
На базе ЛТК ТЕГРА-500Р

Вырезка пазов и отверстий различной формы в трубах круглого и прямоугольного сечения

ООО Научно-производственная фирма ТЕТА
129075, Москва, Мурманский проезд, дом 14
Тел./факс (495) 687-02-59, 687-02-69
www.tetalaser.ru, e-mail: teta-laser@mcn.ru
Директор Силичев Олег Олегович

ЛАЗЕР CO_2 – «РАБОЧАЯ ЛОШАДКА»

ВВЕДЕНИЕ

Современное эффективное производство невозможно представить без лазеров и лазерных процессов. Изначально в центре внимания оказались две различные технологии. Импульсные твердотельные лазеры с ламповой накачкой для применений в импульсном режиме с длиной волны около 1 мкм. Газовые лазеры CO_2 с накачкой электрическим разрядом в газовой среде и с длиной волны 10.6 мкм. В наши дни эти технологии дополнены высокоэффективными дисковыми и волоконными лазерами с диодной накачкой и передачей излучения с помощью волокна.

С самых первых дней лазеры CO_2 доминировали на рынке непрерывной резки и сварки и проявили себя как «рабочие лошадки» в промышленных лазерных макрообластях применения благодаря своей надежности, рентабельности и безопасности. С возникновением технологии диффузионного охлаждения удалось увеличить мощность CO_2 SLAB лазеров до 8 кВт, и CO_2 лазеры стали охватывать весь основной диапазон промышленного применения лазеров.

Широкий спектр материалов от акрила и алюминия до полистирола, титана и циркония делает лазер CO_2 универсальным инструментом резки и сварки.

ТЕХНОЛОГИЯ ЛАЗЕРА CO_2

В газовом лазере используются переходы между колебательными, а также вращательными уровнями молекулы CO_2. Для эффективной передачи энергии накачки к молекулам CO_2 используются молекулы азота N_2, которые, в свою очередь, возбуждаются электронами электрического разряда в газовой смеси CO_2-N_2-He под давлением в несколько десятков тысяч Па. Накачка газовой смеси может осуществляться разными типами разрядов – самостоятельным при накачке постоянным током (DC) с помощью электродов, расположенных в емкости с газом, или высокочастотным электромагнитным изучением (RF), которое обладает следующими преимуществами:

- отсутствие износа электродов,
- однородность возбуждения,
- легкая установка уровня мощности за счет модуляции длительности импульса,
- превосходные характеристики импульсного режима.

Метод охлаждения: поперечный поток, скоростной аксиальный поток или диффузия?

Основная конструктивная проблема в разработке лазеров заключается в охлаждении активной среды. Для промышленных CO_2 лазеров сегодня применяются два различных метода охлаждения: конвекция и диффузия.

Охлаждение методом конвекции основывается на прокачке газа через активную область с высокими скоростями потока. Существуют два способа. *Поперечная прокачка*, когда газовый поток проходит поперек к оси резонатора (Cross Flow Lasers). И *продольная прокачка,* когда газовый поток проходит вдоль оси резонатора - аксиальный поток (Fast Axial Flow). Преимущество поперечного потока состоит в том, что длина потока мала, а поперечное сечение большое. Следовательно, гораздо меньше усилий потребуется для обеспечения необходимого объема потока для достижения заданной мощности лазера. Преимущество скоростного аксиального потока в том, что симметрия потока аналогична симметрии оптического резонатора. Следовательно, можно генерировать более высокое качество луча с меньшим влиянием градиента температуры разряда и градиента давления потока газа.

Тем не менее, в обоих методах применяется дорогостоящая система технических средств для создания потока:

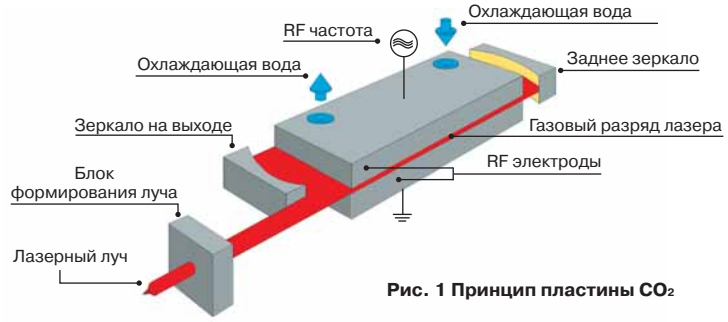


Рис. 1 Принцип пластины CO_2

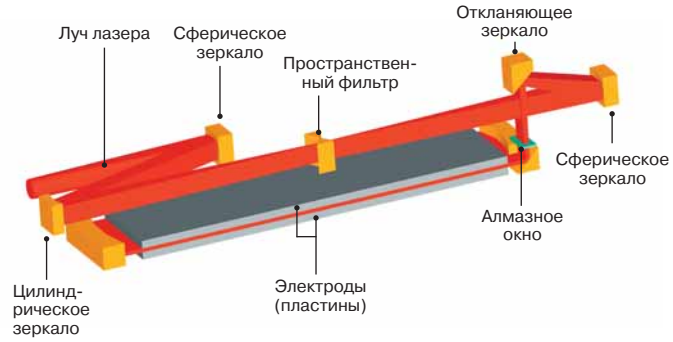


Рис. 2 Устройство резонатора и образующая луч оптика

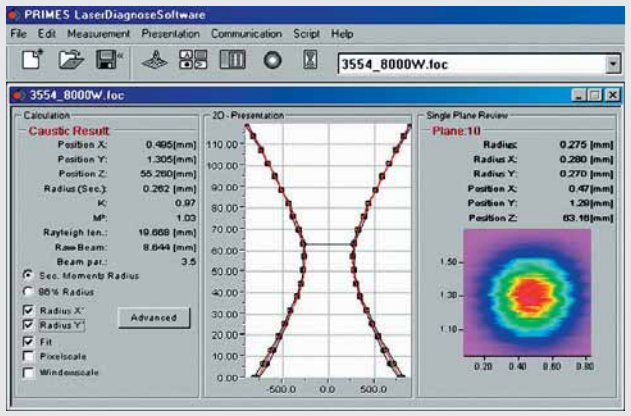
теплообменники, воздуходувки или турбины. Все это требует относительно высокого расхода энергии, газа (необходимо подключение лазера к внешней системе подачи смеси CO_2/N_2/He), а также дополнительных инвестиций в ремонт и обслуживание. Кроме того, системы с продольной прокачкой имеют тенденцию переноса мелких частиц на поверхность элементов оптического резонатора, где они могут стать причиной повышенной абсорбции и ограниченного срока службы.

Другой технологической проблемой является высокая плотность мощности на оптических компонентах, используемых в основном для лазерных резонаторов со скоростным аксиальным потоком и высоким качеством луча. Оптические элементы, пропускающие длину волны 10.6 мкм, обычно изготавливаются из ZnSe, отражающая оптика выполнена из меди. Медные охлаждаемые водой зеркала являются высоко надежными и стойкими к высоким плотностям мощности. Прозрачные компоненты на основе ZnSe как правило применяются в качестве выходных зеркал. Недостатком является ограниченный срок службы и необходимость регулярного техобслуживания.

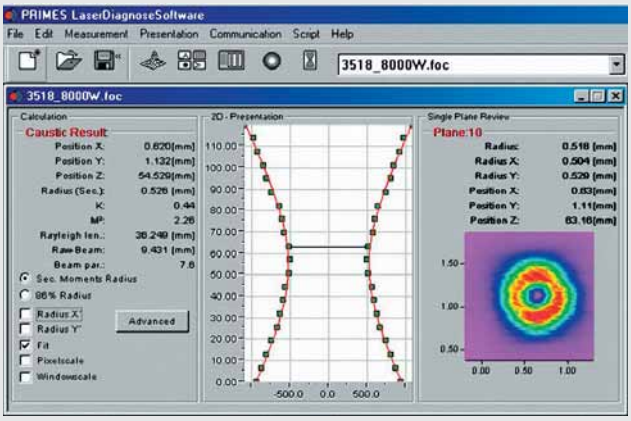
Простая конструкция – надежная техника: SLAB CO_2 лазер

Всех этих технических ограничений можно избежать, если механизмом охлаждения служит диффузия. С самого начала этот метод применялся в системах с низкой плотностью потока или его отсутствием. В подобных системах охлаждение активного газа лазера осуществлялось водяной рубашкой, окружающей трубы активного разряда. Вследствие слабой радиальной холодопроизводительности данных конструкций съем мощности подобных лазеров ограничивался примерно 70 Вт на метр длины резонаторной трубки.

В 80-е годы был разработан принцип пластинчатой конфигурации CO_2 лазеров **(рис.1)**, который был параллельно предложен двумя изобретателями: профессором Оповер



Гауссова мода



Донатова мода

Рис. 3 Качество луча, SLAB CO_2 лазера, 8 кВт

(DLR Штутгарт, Германия) и профессором Тьюлип (Канада). При этом возбуждение газового разряда производится между двумя плоскими электродами с зазором всего в несколько миллиметров. Диффузионное охлаждение молекул высокоэффективно для небольших расстояний, когда резко возрастает возможность теплоотъема. Охлаждаемые водой медные электроды соединяют в себе три элемента: стены резонатора, электроды для радиочастотного разряда и теплообменник для охлаждения газа. С применением данной конструкции были получены отпаянные лазеры с выходной мощностью до 600 Вт и лазеры мощностью 1000 Вт – 8000 Вт с интегрированным газовым баллоном, питающим лазер газом до одного года работы.

Адаптация оптического резонатора к данному SLAB принципу была решена с помощью так называемого гибридного резонатора (**рис. 2**), в котором активный объем газа заключен между двумя стенками, выполняющими функции оптического волновода и ВЧ-электродов и одновременно служащих для отвода тепла, образующегося вследствие нагрева газа. Повышение мощности такого лазера возможно только за счет увеличения длины волновода. Новое в концепции щелевого лазера заключалось в том, что его волновод был одномерен и образовывал оптический резонатор вместе с концевыми зеркалами только по одной из осей, по второй же оси он поверхностями стенок не ограничивался.

Пространственный фильтр, применяемый у промежуточного фокуса оси неустойчивого резонатора, очищает луч от боковых мод, обеспечивая генерирование луча лазера CO_2 очень высокого качества (**рис. 3**). Лазерный луч имеет гауссову форму, распространение и фокусирование описаны законами гауссовой оптики с качеством луча, близким к единице. Для областей применения, требующих более крупных размеров фокуса, за пределами резонатора можно генерировать донатову моду. Данная мода имеет распределение интенсивности TEM 01* и K-число K=0.45 или M^2=2.2.

Зеркала резонатора могут быть изготовлены из меди, что обеспечивает устройству надежность и долгий срок службы. Компоненты резонатора более не являются запчастями! Отпадает необходимость замены выходных зеркал и окон и не требуется проводить после каждой замены перенастройку резонатора, на которую, для сложенных устойчивых резонаторов, может затрачиваться много времени.

Тем не менее, для выхода лазерного излучения из вакуумной камеры необходимо иметь прозрачный компонент. Окно изготавливается из выращенного синтетическим способом алмаза. Данный материал обладает высокой степенью прозрачности, очень высокой теплопроводностью и высокой прочностью. В результате вся конструкция не чувствительна к тепловой нагрузке.

За последние 14 лет эти принципы были реализованы в более чем 5000 CO_2 SLAB лазерах с мощностью 1000 Вт – 8000 Вт.

Простая конструкция CO_2 SLAB лазера упрощает его эксплуатацию и техобслуживание. Интервал замены газа из внутреннего баллона – 72 часа. Отсутствует внешний подвод газа. Статистические данные по опыту эксплуатации этих систем подтверждают минимальные затраты по расходу газа, по техобслуживанию, а также длительные сроки службы.

ПРИМЕНЕНИЯ И СИСТЕМЫ

Лазерная резка

Резка лазером – одна из наиболее распространенных областей применения лазеров. Дерево и пластик режутся CO_2 лазером в основном благодаря тому, что длина волны 10.6 мкм очень эффективно поглощается этими материалами. В то время как их обработка излучением твердотельного лазера с длинной волны 1 мкм является практически невозможной.

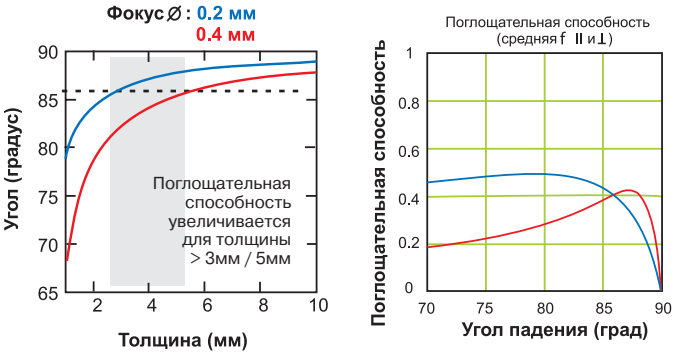


Рис. 4 Слева: Зависимость толщины реза от угла фронта реза синий: величина фокуса 0.2 мм, красный: величина фокуса 0.4 мм.
Справа: Поглощение по Френелю железа при усредненной поляризации при точке плавления синий: 1 мкм, красный: 10.6 мкм

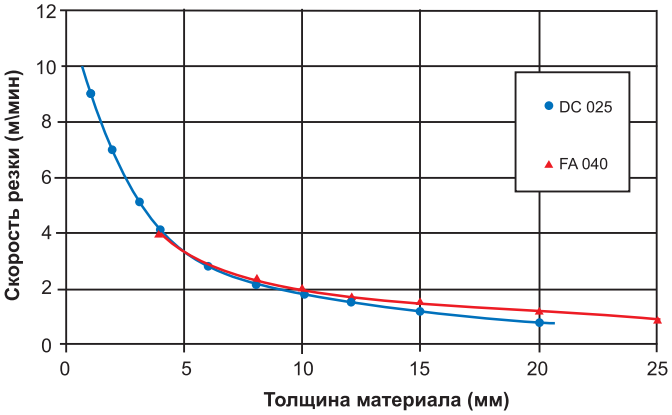


Рис. 5 Сравнение скорости резки мягкой стали: FAF 4 кВт и CO_2 SLAB 2.5 кВт

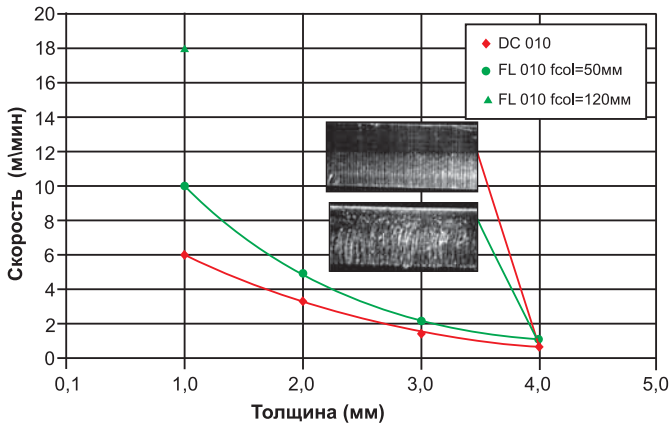


Рис. 6 Лазерная резка плавлением нержавеющей стали – зеленая кривая показывает резку волоконным лазером, красная – резку лазером CO_2 Slab лазером при аналогичном уровне мощности. Преимущество скорости резки уменьшается для материалов с более высокой толщиной при лучшем качестве реза CO_2 Slab.

Лазеры с лучом высокого качества предпочтительны для материалов с небольшой толщиной – примерно до 6 мм. Меньшее фокусное пятно лазеров с высоким качеством излучения дает более узкий рез, что позволяет производить резку при большей скорости при заданной мощности или с меньшей мощностью при заданной скорости. Также высокое качество излучения предпочтительно для применения в сканирующих устройствах при резке, например, бумаги или текстиля.

Для резки стали применяются два метода: *лазерная газопламенная резка* с помощью кислорода низколегированной стали и с использованием азота высокого давления *лазерная резка плавлением*. В обоих методах мощность лазера не поглощается у поверхности материалов, но на расплавленном металле фронта резки. Угол падения лазерного луча можно рассчитать по соотношению величины фокусного пятна и толщины материала. Данный расчет представлен на правом графике **рис. 4**. В зависимости от величины фокусного пятна угол падения становится больше 86˚ при толщине материала, приближающейся к 3 – 5 мм.

Исходя из поглощательной способности стали для усредненной поляризации, очевидно, что длина волны 1 мкм поглощается лучше для углов падения примерно до 86˚. При больших значениях угла падения поглощательная способность лазера CO_2 увеличивается.

Максимальная скорость кислородной лазерной газопламенной резки определяется не только мощностью лазера, но и ограничениями экзотермической химической реакции между кислородом и железом. Как следствие, зависимость скорости резки от мощности лазерного излучения не является линейной. Удвоение мощности не приводит к удвоению скорости резки. Высокое качество луча (см **рис. 5**) CO_2 SLAB лазеров позволяет достичь при обработке мягкой стали той же глубины реза, что и на традиционных лазерах, но при более низкой мощности.

Сравнение газопламенной резки лазером CO_2 и волоконным лазером показывает наличие небольшого преимущества твердотельной технологии при толщине материала до 2 мм. Более высокая толщина режется при аналогичной мощности и скорости резка для обеих длин волн.

Мощность лазера, необходимая для лазерной резки плавлением, выше, чем для лазерной газопламенной резки из-за отсутствия экзотермической реакции. В широком пределе скорость резки пропорциональна мощности лазера для данной толщины материала. Пределы процесса достигнуты, когда испарение металла превышает определенный порог, или когда выход расплавленного материала ограничивается потоком газа.

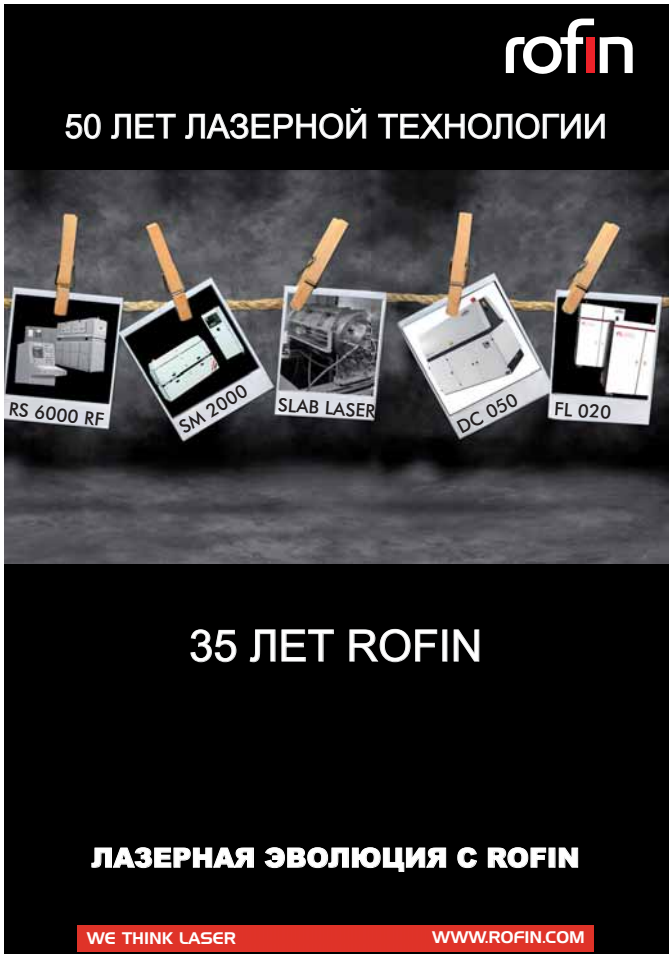
Лазер с лучом повышенного качества может соперничать с более мощными лазерами, поскольку при более мелкой ширине реза меньше и объем расплавленного материала, который подлежит нагреву, плавлению и выводу. Наиболее очевидно это преимущество для толщин материала до 6 мм.

Сравнение резки CO_2 лазером и волоконным лазером показывает небольшое преимущество твердотельной технологии при толщине материала до 3 мм. Более высокая толщина режется при аналогичной мощности и скорости реза для обеих длин волн. С качеством наблюдается обратная ситуация. Качество резки CO_2 лазером ощутимо выше, поэтому и сегодня невозможно сделать однозначного вывода о преимуществе той или иной длины волны.

Системы резки с использованием лазеров CO_2 находят широкое применение в различных областях и основываются на разнообразных концепциях. Системы с 5 осями для 3D применения, комбинации пуансон-лазер, столы с линейными приводами для резки плоских листов, системы сканирования для дистанционной резки текстиля, абразивной бумаги и дерева, системы резки труб, рулонов и т.п.

Сварка

Лазерная сварка обеспечивает высокоэффективный механизм переноса энергии в подлежащий соединению материал. При высоких плотностях мощности материал у поверхности испаряется, ванна расплавленного металла погружается в материал и заполняется паром металла, что способствует эффективному поглощению лазерного излучения отверстия, образованного жидким металлом. Этот механизм способствует образованию узких сварных швов, полученных при высоких скоростях сварки с минимальной тепловой нагрузкой на детали. Отличный контроль мощности лазера во времени и пространстве наряду с возможнос-



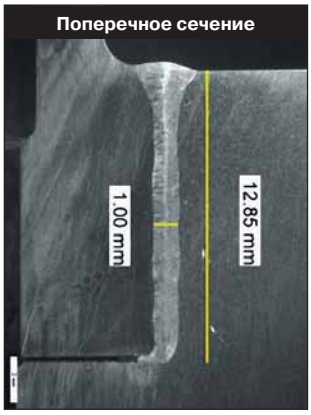


Рис. 7. Пример сварки SLAB CO_2 ROFIN DC 080 при скорости 1.5 м/мин.

тями оперативного управления процессом делают возможным применение лазерной сварки в промышленности, где центром внимания изготовителей является высокая производительность и надежность системы, включая лазер.

В общем, можно представить следующие технологические правила:

- Поперечное сечение сварного шва пропорционально энергии на единицу длины, вычисленную как мощность лазера, поделенная на скорость сварки.
- Есть различия шва в зависимости от скорости сварки: при низких скоростях сварки (сталь: v < 2 м/мин) глубина шва почти не зависит от размера фокусного пятна. При высоких скоростях сварки глубина шва соотносится с мощностью лазера, поделенной на размер фокусного пятна. Лазеры с лучом повышенного качества создают более глубокие швы.
- Глубина фокуса и положение фокуса относительно поверхности материала являются важными факторами для формы поперечного сечения сварного шва. Следовательно, лазеры с повышенным качеством луча способны создавать сварные швы более узкие, более глубокие и при более высоких скоростях сварки.

На практике сварной узкий шов не всегда является лучшим решением. Часто приходится искать компромисс, балансирующий тепловую нагрузку и требования к пределам геометрических допусков обрабатываемого изделия, оснастки или системы. Иногда в геометрии соединения используется ширина, а не глубина. В этих случаях уменьшение ширины шва приведет к уменьшению прочности шва.

Изменяя форму шва, можно воздействовать и на структуру сварного шва. Известны различные методы для формирования сварного шва, отвечающего требованиям соответствующего технологического процесса. В небольших пределах форма сварного шва может изменяться через варьирование фокусным расстоянием и положением фокуса. Следующий этап – понижение качества луча за счет применения донатовой моды, увеличивающей ширину шва Последний этап – еще большее увеличение ширины шва осуществляется за счет использования двухфокусной оптики, образующей два фокусных пятна. Или с применением метода колебания луча сканирующим устройством.

Огромное число всевозможных деталей сваривается лазерными CO_2 сварочными системами:

- Простые ротационные симметричные радиальные или аксиальные стыковые или угловые сварные швы, к примеру, зубчатых механизмов или валов, корпусов фильтров, нагнетательных насосов воздушных подушек, гидравлических цилиндров и т.п.
- Линейные сварные швы труб и профилей со сплошными швами, образующимися при сварке системами типа PWS, включая автоматическое отслеживание шва с помощью камеры.
- 2-мерные сварные швы, к примеру, сварные соединения внахлест пластинчатого теплообменника.

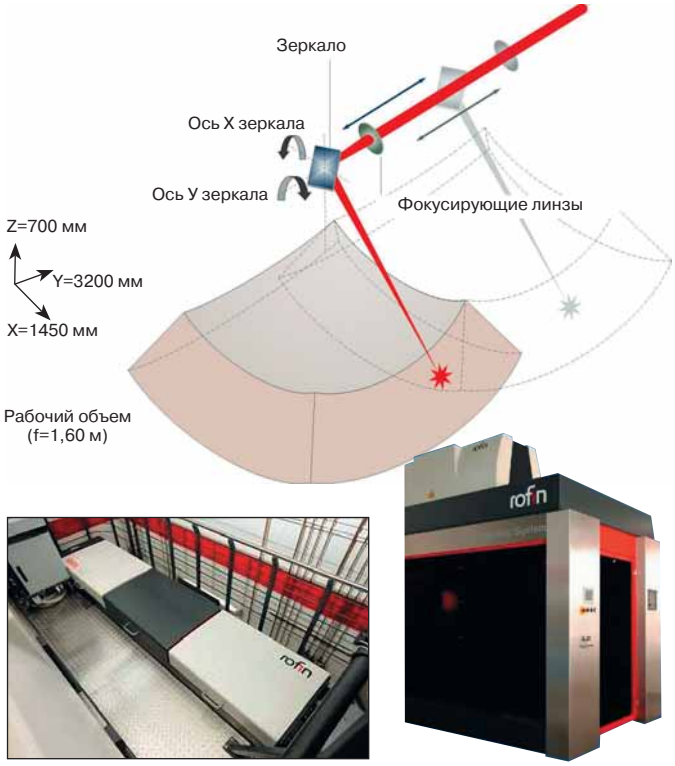


Рис. 8 Основной принцип системы дистанционной сварки

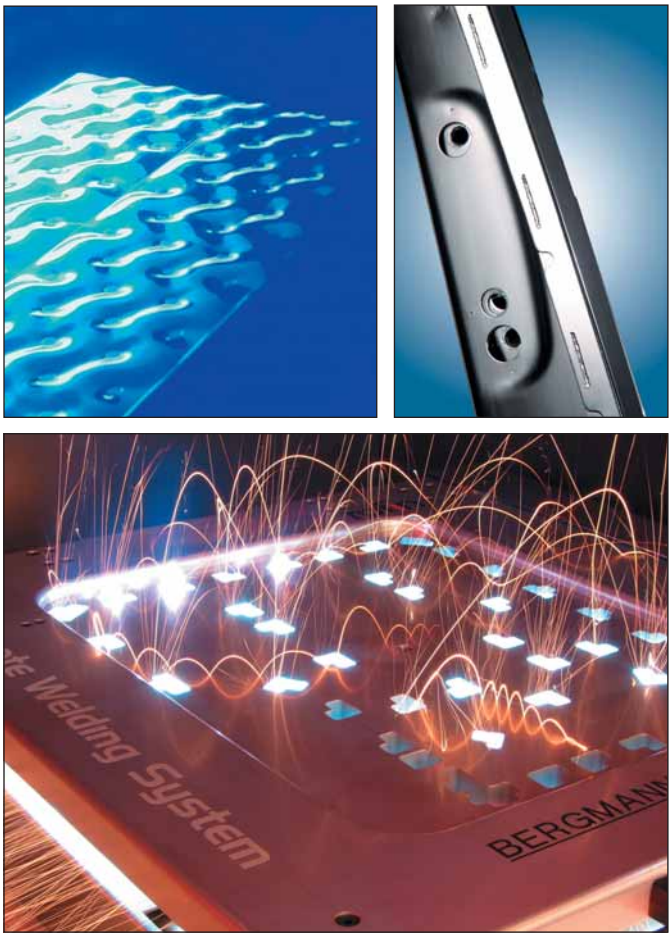


Рис. 9 Типичные области применения дистанционной сварки: теплообменник, дверца автомобиля VW, сварка компонентов заднего сиденья (46 сварочных швов за 12 секунд)

- 3-мерные 5 –осевые системы для сложных профилированных геометрий сварки формованных листов, например, сварки алюминиевого фюзеляжа самолета с использованием сварочной проволоки.

Часто скоростное переключение луча между различными сварочными станциями используется для увеличения полезного времени работы лазера с целью минимизации инвестиций и оптимизации производственных затрат. Системы могут быть оснащены индукционным предварительным или последующим нагревом или сварочной проволокой, питающей оборудование в соответствии с требованиями материала.

За последние годы появилась новая технология, именуемая **дистанционной лазерной сваркой**.

Во многих случаях необходимо соединять крупные заготовки путем сваривания лазерным лучом ряда швов или точек. В этих случаях время полезной работы лазера составляет всего 20%. Значительное сокращение времени позиционирования лазерной сварочной головки может быть достигнуто при применении технологии сканирования, при этом позиционирование осуществляется всего за несколько мс. Следовательно, полезное время работы лазера увеличивается, а общее время обработки сокращается.

Системы дистанционной сварки базируются на CO_2 SLAB лазере с высоким качеством луча и номинальной выходной мощностью до 6 кВт. Лазерный луч фокусируется линзами с воздушным охлаждением с фокусным расстоянием до 2 м. Сфокусированный луч отклоняется сканирующей головкой одиночного зеркала, предназначенной для высокоскоростного перемещения лазерных лучей высокой мощности. Поворотное движение сканирующего зеркала создает отклонение луча в X- и Y-ориентации. Фокусирующий элемент, смонтированный на направляющей с линейным приводом, создает движение точки фокуса в направлении Z. Для увеличения рабочей зоны сканирующая головка также закреплена на направляющей и способна перемещаться параллельно лучу лазера.

Рабочая зона с площадью основания 1500x2400 мм и высотой 600 мм достигается путем комбинирования сканирующего хода зеркала и его линейного перемещения. Диапазон мощности от 1 до 6 кВт и отличное качество луча M2 = 1.1 – делают CO_2 SLAB лазер идеальным инструментом для дистанционной сварки.

Типичными областями применения является сварка подвесных деталей, дверей, капотов, опор, сидений и прочих элементов корпусов автомобилей. В недавнем времени для различных отраслей промышленности были внедрены операции по сварке металлических листов.

Помимо основных направлений резки и сварки CO_2 лазеры находят применение во многих других областях: рафинирование с помощью высокоскоростных сканирующих систем магнитного домена, удаление краски, очистка компонентов зубчатых механизмов перед лазерной сваркой, резка и сварка кварца, перфорация бумаги для сигарет, резка и маркировка текстиля.

Таким образом, современная и признанная технология лазерного источника CO_2, присущая ей безопасность и хорошо зарекомендовавшие оптические компоненты, гарантируют производителю доход сегодня и в будущем.

Вольфрам Рат
Рофин-Синар Лазер ГмбХ

Гамбург
*Dr. Wolfram Rath, **ROFIN-SINAR Laser GmbH**,*
Berzeliusstraße 87, 22113 Hamburg, Germany
Tel.: +49-(0)40-733 63-4321,
E-mail: w.rath@rofin-ham.de, www.rofin.com

Представительство компании Рофин в РФ
ООО «Альпина Техсервис»,
Тел. +7 (495) 7976916, info@atsost.ru, www.atsost.ru

КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ
волоконными и твердотельными лазерами

Системы для лазерной обработки материалов с импульсными твердотельными и волоконными лазерами, прецизионными высокоскоростными координатными столами на линейных двигателях, с автоматизированным управлением

МИКРООБРАБОТКА
Станки для микромаркировки, прецизионной размерной обработки тугоплавких и труднообрабатываемых металлов, кристаллов, керамики.
Изготовление подложек микросхем, микроотверстий.
Точность до 1 мкм.

МАРКИРОВКА
Станки для прецизионной маркировки с волоконными итербиевыми лазерами мобильной конструкции, позволяющие монтировать настольный вариант, работать в труднодоступных местах, интегрировать с манипуляторами, встраивать в автоматические линии.

СВАРКА
Станки для ручной и автоматической шовной и точечной сварки различных металлов и сплавов.
Сварка единым импульсом < 200 мс.

РЕЗКА И РАСКРОЙ
Станки для резки и сложноконтурного раскроя стали толщиной до 5-6 мм, алюминия, латуни, меди с размерами листа до 1500*3000 мм.

ESTO ЛАЗЕРЫ И АППАРАТУРА ТМ
ЭЛЕКТРОННОЕ СПЕЦИАЛЬНОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

НИИ ЭСТО – Лазеры и аппаратура ТМ
Тел./факс: + 7 495 6519031, + 7 906 7740071
e-mail: market@estoco.ru, **www.laserapr.com**

ЛАЗЕРНОЕ УПРОЧНЕНИЕ МЕТАЛЛОВ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Различные методы формирования металлических деталей: токарная и фрезерная обработка, шлифовка, химическое травление, электроэрозионная обработка, лазерная резка приводят к остаточным растягивающим напряжениям в приповерхностном слое, снижающих усталостную стойкость изделия, особенно при циклических нагрузках. Эти растягивающие напряжения могут быть скомпенсированы наклепом. Традиционный наклеп (холодная ковка) – процесс, который вызывает остаточные сжимающие напряжения в приповерхностных слоях металлических изделий посредством бомбардировки стальными шариками.

Прогресс в частоте повторения и энергии импульса мощных твердотельных лазеров позволяет рассматривать возможность их использования и для упрочнения металлов. Первые эксперименты по упрочнению металлов методом лазерного наклепа имели место больше чем 30 лет назад. Однако, только сегодня – с появлением высокомощных моноимпульсных лазеров с высокой частотой повторения – этот метод начинает конкурировать с методами наклепа стальными шариками. Лазерный наклеп уже используется в автомобильных, медицинских и авиационных отраслях промышленности.

Одно из первых применений наклепа лазера было в авиационной промышленности для упрочнения турбинных лопаток. Наклеп применяется также в других отраслях, например для упрочнения протезных коленных и бедренных имплантантов в медицине. В автомобильной промышленности лазерный наклеп применяется для обработки коробки передач и шасси, что позволяет производить более легкие корпуса с очевидными сокращениями потребления топлива и т.д.

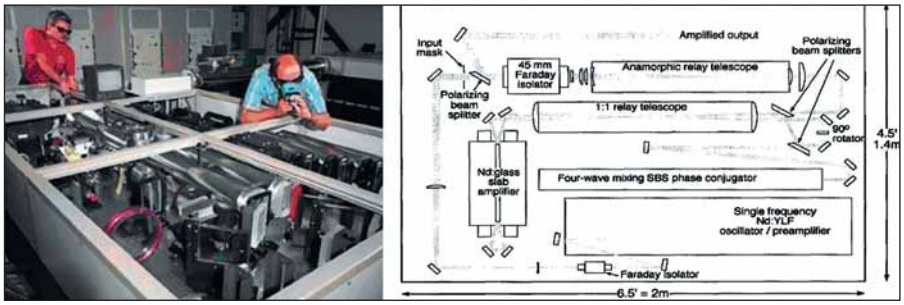


Рис. 2 Первый полупромышленный лазер для упрочнения наклепом (LLNL, США)

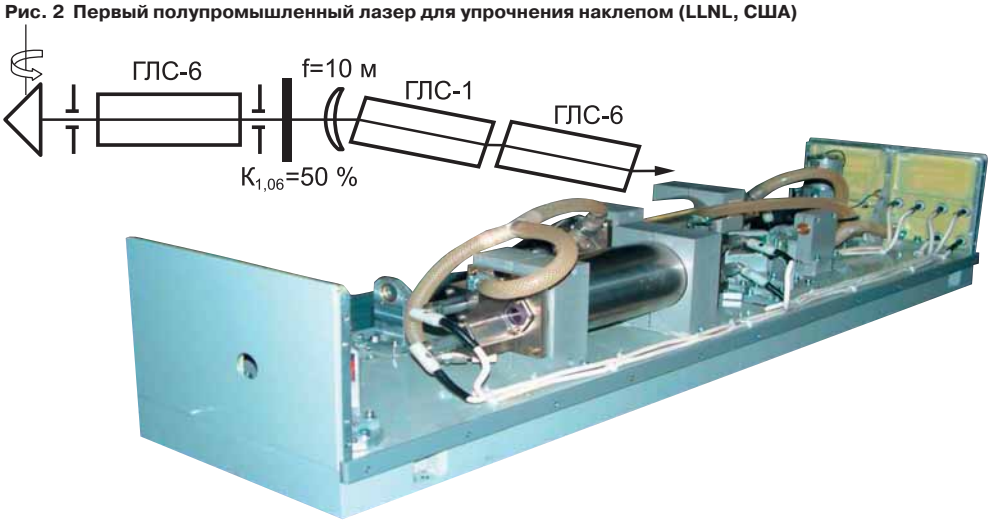


Рис. 3 Оптическая схема и внешний вид излучателя лазера на Nd:стекле для наклепа (45 Дж, 30 нс, ИЛФ). Силикатное Nd:стекло имеет высокий порог разрушения ~30 Дж/см² и низкую стоимость

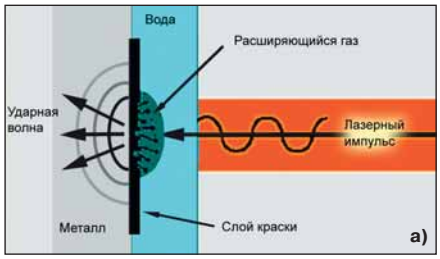
Лазерный наклеп использует импульсы с высокой интенсивностью ~10^9-10^{10} Вт/см², чтобы создать мощную ударную волну в материале. Обрабатываемая область, **рис. 1**, покрыта двумя различными слоями: поглощающим лазерный свет и прозрачным (обычно вода).

Лазерная энергия, поглощаемая поверхностным слоем, быстро испаряет его, но слой воды предотвращает расширение пара, направленное наружу. Это вызывает ударную волну, которая, проходя через материал, производит пиковые давления в несколько ГПа (~10 кбар). Пластическая деформация, вызванная ударной волной, создает сжимающие остаточные напряжения, которые могут простираться больше чем на 1 мм по глубине, делая материал более стойким к усталости и коррозии. Практически глубина 1 мм может быть расценена как максимум достижимой глубины сжимающего напряжения при лазерном наклепе, при типичной глубине 0.25 мм для обработки деталей методом холодной ковки.

Лазерная система, подходящая для наклепа на индустриальном уровне (скорость обработки свыше 1 м²/час), требует при энергии импульса >100 Дж и длительности 10–30 нс средней мощности в диапазоне от сотен ватт до киловатта. В Лоуренсовской национальной лаборатории, США, в 1999 г. был разработан первый полупромышленный 100 Дж лазер на неодимовом стекле для упрочнения наклепом (**рис. 2**).

Чрезвычайно сложный, с использованием обращения волнового фронта и крупногабаритной анаморфотной асферической оптики (активный элемент 1x14x40 см³), лазер позволяет производить обработку деталей пятнами размером ~1 см² с частотой до 2 Гц, обеспечивая производительность свыше 3000 см²/час, при смене ламп накачки через 10^4 вспышек. Стоимость такого лазера составила несколько миллионов USD.

Вскоре в ряде стран, а также и в нашем институте, были созданы лазеры для наклепа на неодимовом стекле с энергией ~50 Дж, достаточно малогабаритные (активный элемент ~ 2 см, обработка деталей пятнами ~0,5 см²) и относительно дешевые (**рис. 3**).



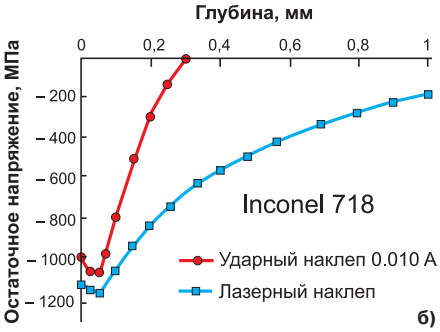
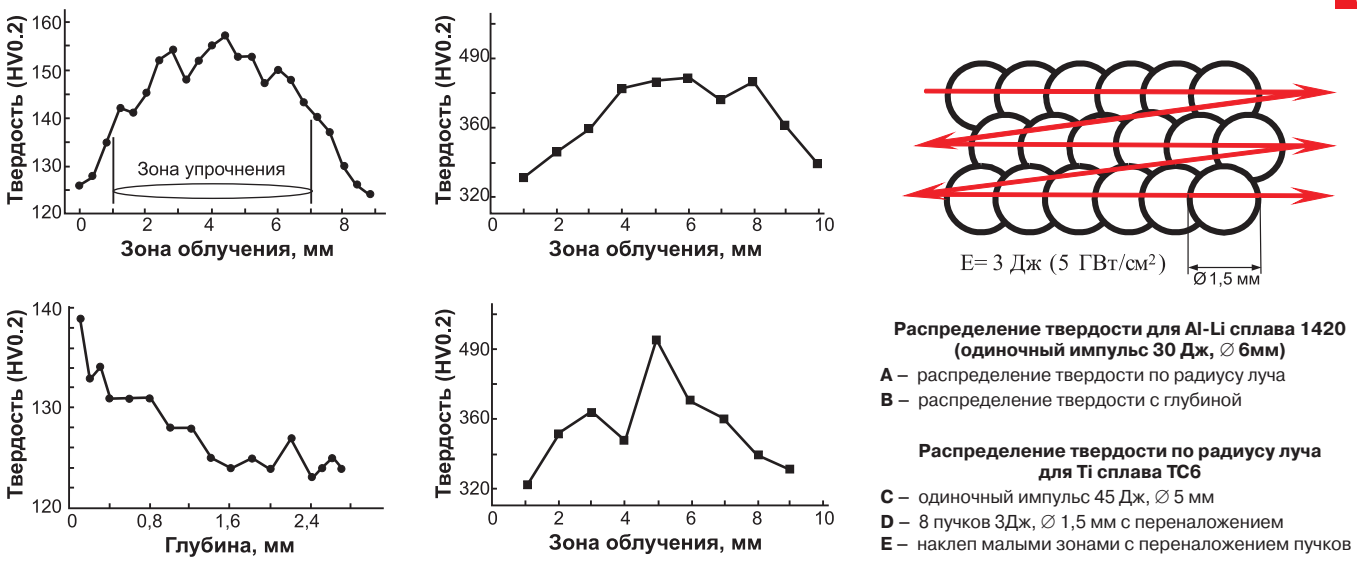


Рис. 1 а) Схема лазерного наклепа с интенсивностью ~10^9-10^{10} Вт/см². б) Профиль остаточных сжимающих напряжений в сплаве Inconel 718.



Распределение твердости для Al-Li сплава 1420 (одиночный импульс 30 Дж, ∅ 6мм)

A – распределение твердости по радиусу луча
B – распределение твердости с глубиной

Распределение твердости по радиусу луча для Ti сплава TC6

C – одиночный импульс 45 Дж, ∅ 5 мм
D – 8 пучков 3Дж, ∅ 1,5 мм с переналожением
E – наклеп малыми зонами с переналожением пучков

Рис. 4 Упрочнение алюминиевого и титанового сплавов

Результаты лазерного упрочнения жаропрочных сплавов большими пятнами (∅ 5–6 мм) представлены на **рис. 4**.

На **рис. 4 A** представлено распределение твердости полированной поверхности металлографических образцов из Al-Li сплава 1420, которые были обработаны пучком ∅ 6 мм с энергией 30 Дж. После наклепа твердость поверхности увеличилась с HV125 до HV155 на глубину до 1 мм при размере упрочненной зоны равном размеру пятна облучения (**рис. 4 B**).

Поскольку предел прочности на разрыв титановых сплавов много выше алюминиевых, упрочнение титановых сплавов требует более интенсивного облучения. На **рис. 4 C** представлено распределение твердости образцов из Ti сплава TC6, которые были обработаны пучком ∅5 мм с энергией до 50 Дж.

Длина волны	**1.064 мкм**
Энергия импульса	**12 Дж**
Частота следования импульсов	**100 Гц**
Длительность импульса	**10 нс**
Расходимость излучения	**0.1 мрад**
Диаметр лазерного пучка	**100 мм**
Вес лазерной головки	**200 кг**

Рис. 5. Nd:YAG лазерная система 12 Дж/100 Гц

После наклепа твердость поверхности увеличилась с HV325 до HV385. После лазерного наклепа не наблюдалось искажений формы или трещин в зоне обработки. Средняя величина остаточных напряжений в титановых сплавах ~300 МПа, в алюминиевых ~200 МПа.

Для того чтобы поднять производительность процесса лазерного упрочнения (увеличить частоту следования импульсов), были предприняты попытки заменить лазеры на неодимовом стекле на Nd:YAG лазеры. Однако, на порядок меньшая лучевая прочность кристаллов Nd:YAG при ограниченной апертуре активных элементов не позволяют сегодня надеяться на достижение высокой средней мощности при большой энергии луча (**таблица 1**).

Также вряд ли может помочь лазерному упрочнению Nd:YAG керамика, которую можно изготовлять в достаточно больших размерах. Высокое сечение вынужденного перехода ограничивает предельные габариты активного элемента из-за вероятности возбуждения ASE и, соответственно, энергию излучения.

Однако процесс упрочнения металла идет эффективно не только при облучении пучками больших размеров с энергией ~ 45Дж, но и при облучении малыми пятнами ∅1,5 мм с энергией 3 Дж (восемь перекрывающихся пучков) (**рис. 4 D**). Средняя твердость в зоне наклепа выше HV360, максимальная твердость достигала HV400. Несколько менее однородное распределение твердости по сечению зоны облучения по сравнению с облучением большим пучком говорит о необходимости более точного выставления пучков.

Таким образом, для наклепа можно использовать лазер с большой частотой повторения импульсов, хотя и с относительно небольшой энергией, для облучения малыми пятнами (2-3 мм) с энергией 5-10 Дж и с перекрытием пучков. Перспективным лазером для наклепа может стать разработанный в ИЛФ мощный Nd:YAG лазер с ламповой накачкой (**рис. 5**), с энергией излучения 12 Дж при длительности импульса 10 нс, работающий на частоте 100 Гц с эффективностью 2,4% (А.Ф.Корнев, Семинар HiPER, г. Нижний Новгород, ноябрь, 2009 г.). Этот лазер может быть положен в основу создания промышленной установки лазерного наклепа.

Профессор В.А. Серебряков
Институт лазерной физики
ФГУП «НПК «ГОИ им. С.И. Вавилова»
199034 С.-Петербург Биржевая линия 12
Тел. (812) 328-57-34
факс (812) 328-58-91
E-mail: los_spb@mail.ru

Таблица 1

Лазеры для наклепа большими пятнами					
Параметры	**LLNL**	**ИЛФ**	**Beamtech SGR-Extra**	**Thales laser GAIA**	**ИЛФ (проект)**
	Nd:стекло		**Nd:YAG**		
Длина волны, мкм	1,053	1,061	1,064		
Энергия, Дж	100	45	10	13	20
Частота, Гц	2 (6)	0,1 – 0,2	5	5	5-10
Длительность, нс	10-30	30 - 50	15		
Расходимость, мрад	0,3 (ОВФ)	3		1,4	2,0
Лазерный пучок, мм	10x140	∅20	2x ∅20x80	24x24	20x20

СВАРКА ТРЕНИЕМ

Термин «сварка трением», а точнее – «friction stir welding» (FSW), появился в 1991г после опубликования изобретения английских технологов (Wayne Thomas и др.) из Института Сварки (TWI, Кембридж).

Идея сваривать детали трением была в СССР впервые высказана токарем-изобретателем А. И. Чудиковым. В 1950-е годы на простом токарном станке ему удалось прочно соединить два стержня из низкоуглеродистой стали.

FSW – это процесс твердотельного соединения материалов, при котором механическая энергия, подводимая к свариваемым деталям (например, за счет вращения специального керамического инструмента), преобразуется в тепловую. При этом металл не плавится, генерирование теплоты происходит непосредственно в месте будущего соединения, и благодаря пластической деформации свариваемых металлов в зоне стыка под воздействием механического усилия вращающегося инструмента происходит сварка.

Схематически процесс сварки трением показан на **рис. 1**. На **рис. 2** показаны фотографии инструмента, с помощью которого происходит сварка.

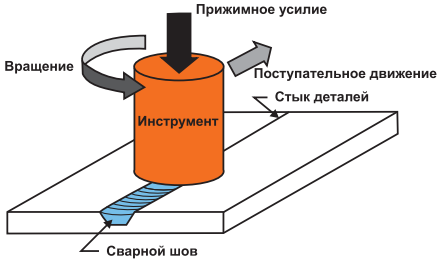


Рис. 1

Способ FSW позволяет сваривать разнородные материалы: медь и алюминий, медь и сталь, алюминий и сталь и т. д., однако наиболее широко он используется для сварки алюминиевых и титановых сплавов.

Основным преимуществом сварки трением является высокое качество сварного шва. Поскольку не происходит плавления металла в зоне сварки, свойства металла соединяемых деталей и сварного шва практически идентичны, нет раковин, пор и т.п.

На **рис. 3** показано сравнение шва, полученного с помощью FSW (**3а**) и с помощью электродуговой аргоновой сварки (**3б**). На **рис. 4** показан результат испытания на разрыв сварного шва FSW.

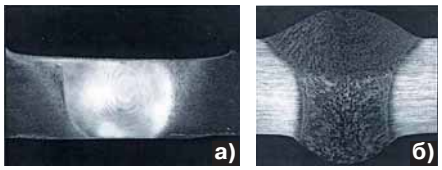


Рис. 3 а) шов FSW; **б)** шов электродуговой сварки

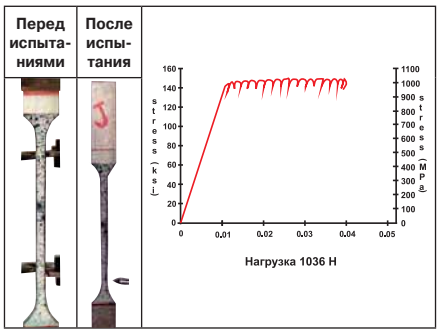


Рис. 4

Кроме этого, важными преимуществами сварки трением являются:

- низкая стоимость сварочных работ (минимальные затраты электроэнергии, не требуется специальной сварочной проволоки, инертных газов, не требует специальной подготовки стыка, характерной для всех методов сварки плавлением металла);
- процесс сварки удобен для автоматизации, не требует специальных навыков от персонала и позволяет контролировать качество сварки непосредственно в процессе ее производства;
- в процессе сварки не выделяется вредных веществ и ультрафиолета, не требуется защитных приспособлений, вытяжки и специальных масок для персонала.

Сварка трением дает большой выигрыш в получении однородного высококачественного соединения при автоматизированной сварке швов большой длины, однако по сравнению с газосваркой или электросваркой данный метод не очень удобен с точки зрения оперативности работ при ручной работе.

В настоящее время сварка трением широко используется и является стандартной технологией в авиакосмической промышленности (например, при сварке корпуса внешнего топливного бака Space Shuttle, при производстве топливных баков различных ступеней ракеты Ariane, при производстве ступеней новой американской ракеты Ares), в судостроении (например, при монтаже палубы автомобильных паромов, при сборке корпусов подводных лодок), при изготовлении различных резервуаров.

Метод FSW не лишен недостатков: проблематично изменять длину наконечника рабочего инструмента при сварке деталей переменной толщины; в месте выхода инструмента из металла в конце шва остается отверстие (см. **рис. 5**).

Такое отверстие приходится заплавлять, используя обычные сварочные методы. Поэтому метод FSW применялся не для всех видов изделий.

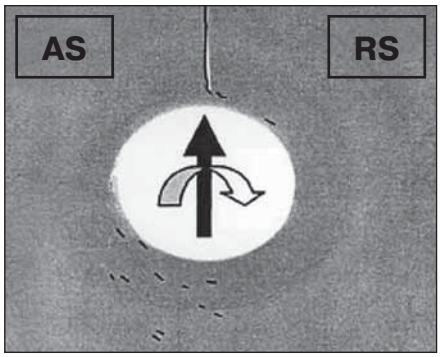


Рис. 5

Для преодоления этого существенного недостатка специалисты из НАСА (Marshall Space Flight Center) совместно с компанией MTS Systems Corporation (США) модернизировали метод FSW, добавив систему измерения, контроля и управления рабочим инструментом, позволяющую автоматически регулировать длину наконечника и убирать его внутрь инструмента в момент окончания шва. При этом отверстия в месте выхода наконечника не остается. Данный метод позволяет получать высококачественный сварной шов толщиной от 0,012 дюйма (0,3 мм). Компания MTS получила в 2001 патент на улучшенный метод сварки трением.

Поскольку сварка трением является одной из ключевых технологий при производстве крупногабаритных изделий авиакосмической техники, а также для получения надежных соединений трудносвариваемых высокопрочных сплавов в 2004 году в США при поддержке Фонда научных исследований был создан Коллективный Центр Технологий Сварки Трением, объединивший исследования NASA, Boeing, Lockheed Martin, Spirit Aerosystems, General Motors, General Dynamics, Oak Ridge National Laboratory, Naval Surface Warfare Center.

В результате объединения усилий промышленности и университетов появились новые технологии сварки трением. В частности, для обеспечения равномерности прогрева свариваемого материала

Рис. 2

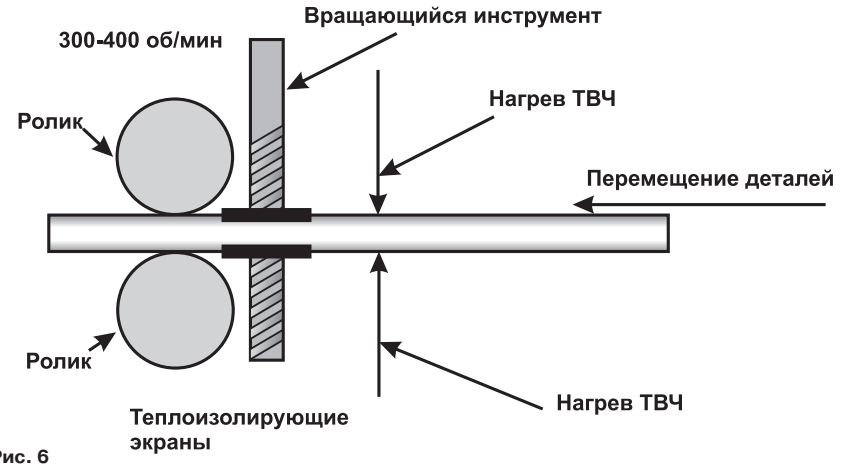


Рис. 6

при соединении толстых стальных листов в дополнение к нагреву за счет трения используется нагрев электрическим током.

Наиболее значительным улучшением метода FSW является изобретение метода Thermal stir welding (TSW).

Схематически этот процесс представлен на **рис. 6**.

Место стыка свариваемых деталей предварительно подогревается током высокой частоты, рабочий инструмент для сварки трением изготовлен в виде вращающегося стержня, место сварки экранируется пластинами для уменьшения потерь тепла.

В отличии от метода FSW при TSW можно независимо управлять процессом нагрева и пластической деформации в зоне сварки. Индукционный нагрев позволяет разогревать металл до температуры, обеспечивающей повышенную пластичность. Скорость вращения и перемещения рабочего инструмента также регулируется независимо для достижения оптимальных параметров механического воздействия на свариваемый металл. Независимый контроль параметров нагрева и пластической деформации позволяет достичь точного управления микроструктурой металла в сварном шве.

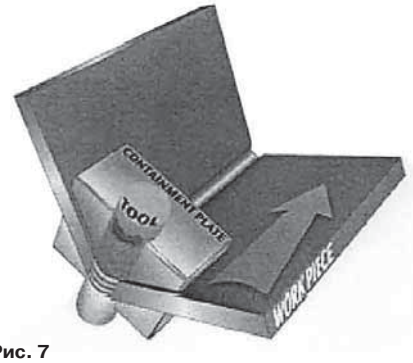


Рис. 7

С помощью метода TSW можно легко делать кольцевые швы на тубах или сваривать детали, стыкуемые под углом (см. **рис. 7**).

Метод TSW позволяет сваривать титановые пластины толщиной 12,5 мм, детали, изготовленные из жаропрочного сплава Inconel 718, а также из нержавеющей стали.

Это расширяет возможности использования метода TSW в авиационном двигателестроении.

НОВЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА FSW И TSW

Преимущества метода сварки трением, особенно возможность получения однородного высококачественного шва при низких температурах, позволяет широко использовать в изделиях авиационной техники при работе с легкими сплавами.

Особенно интересна перспектива сварки трудносвариваемых магниевых литьевых материалов, например, деталей, изготовленных из магниевых сплавов AZ31 и AZ91. Такие работы ведутся в University of Kaiserslautern (Германия). Был получен сварной шов, обладающий повышенной пластичностью, благодаря этому увеличился ресурс изделий при циклических нагрузках.

Аналогичные работы по сварке трением трудносвариваемых деталей проводились в University of South Carolina по заказу компании General Motors. Испытывалось сварное соединение пластин, изготовленных из магниевого сплава AZ31, с пластинами из алюминиевого сплава марки 6063. Получен предел прочности на разрыв для данного сварного соединения в пределах 80 - 120 МПа.

Компания Keystone and Michigan State University использует метод TSW для сварки деталей, изготовленных из жаропрочного сплава Haynes 230. Этот сплав используют для изготовления рубашки сопла ракетного двигателя. Этот класс тугоплавких материалов является трудносвариваемым при использовании обычных методов сварки плавлением, поэтому и сварка трением никогда раньше для них не использовалась. Высокопрочный жаростойкий сплав Haynes 230 используется при производстве ракет-

Рис. 8

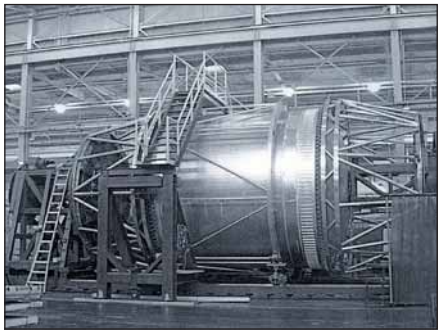


Рис. 9

НПФ «ЭЛАН-ПРАКТИК» разрабатывает технологии и производит вакуумные установки для нанесения твердых нанокомпозитных покрытий.

Области применения – автомобильная промышленность, энергетика, авиация, металлообработка, подшипники.

НПФ «Элан-Практик» с 2000 года успешно решает задачу замены гальванических производств в России на вакуумные.

Покрытия обладают высокой стойкостью, сохраняют механические свойства при воздействии температур 1000-1150 °С.

Технологии и оборудование НПФ «Элан-Практик» дают потребителям комплексное решение проблемы повышения качества продукции: многофункциональные нанокомпозитные покрытия на детали, подвергаемые высоким нагрузкам, для защиты от коррзии, снижения коэффициента трения, покрытия на штампы, пресс-формы, в том числе формы для литья металлов.

606032 г. Дзержинск, ул.Бутлева, 51
Тел. 8313-28-10-44
Факс. 8313-27-40-45
E-mail: praktik@sinn.ru

Рис. 10

Рис. 11

ного двигателя ARES, поэтому ставилась задача повышения надежности сварного соединения. Благодаря оптимизации параметров индуктивного нагрева и пластической деформации компания Keystone добилась высокого качества твердотельного соединения деталей, изготовленных из сплава Haynes 230.

В последние годы за рубежом ведутся работы по изготовлению облегченных конструкций газовых турбин. Важной тенденцией является использование гамма-титан- алюминиевого сплава (в котором около 40% алюминия). Для изготовления ротора ГТД используют сварку: турбинные лопатки, изготовленные из гамма-титан-алюминиевого сплава (TiAl сплав состава Ti (45%), Al (47%), Nb (8%), приваривают к диску из титана Ti-6Al-4V. Обычными методами получить надежное соединение таких трудносавриваемых материалов невозможно, поэтому применяется сварка трением. Эта технология разрабатывается по заказу компании Rolls Royce.

Интересное применение метода TSW нашли ученые из Idaho National Laboratory (США). Они используют этот метод твердотельной сварки при соединении пластин из обедненного урана для топливных элементов исследовательского реактора. Разрабатывается метод сварки трением и формовки трением для изготовления тонких и высокоплотных пластин. Ставится цель получения топливных элементов, которые можно использовать вместо более дорогого высокообогащенного урана без существенного падения характеристик реактора.

ПРОМЫШЛЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СВАРКИ ТРЕНИЕМ

Сварочное оборудование для FSW крупногабаритных изделий функционирует в НАСА с конца 90-х годов и используется для серийного производства топливных баков Space Shuttle, Ares и др.

На **рис. 8** показан стенд для сварки продольных швов, а на **рис. 9** стенд для сварки кольцевых швов обечайки топливного бака.

Примером массового производства изделий с использованием FSW является изготовление алюминиевых дисков колес автомобилей.

На **рис. 10** показана фотография станка, обеспечивающего сварку обода, изготовленного из вальцованного алюминиевого листа с основанием, отлитым из алюминия.

Станок разработан и изготавливается компанией MTS Systems Corporation (США). Благодаря использованию метода FSW удалось на 70% снизить трудоемкость изготовления диска.

На **рис. 11** представлена фотография сваренного колесного диска.

Благодаря разработанным в 90-х – начале 2000-х годах технологии и оборудованию для сварки трением удалось обеспечить зарубежную авиакосмическую промышленность экономичным и надежным методом сварки с превосходными по качеству характеристиками шва.

В настоящее время эта технология стала, де-факто, стандартным методом сварки при производстве крупногабаритных корпусов космических ракет.

Дальнейшее развитие технологии FSW и TSW ведется в направлении массового применения в авиационной и автомобильной промышленности для сварки титановых и магниевых сплавов.

А.В. Федотов
Директор по развитию
НПФ «Элан-Практик»

TECHNO PIPE
"Системы трубопроводов"

Оборудование для высококачественной резки и обработки торцов труб диаметром 6 – 1524 мм из нержавейки, высоколегированных, низколегированных и нелегированных сталей, чугуна, цветных металлов.

ПОЛУЧЕНИЕ СТРОГО ПЕРПЕНДИКУЛЯРНОГО ТОРЦА ТРУБЫ!

Планетарные труборезы и торцеватели **ORBITALUM** (в прошлом **GEORG FISCHER +GF+**) для подготовки торцов труб под сварку.

Мобильное, компактное оборудование фирмы **ORBIMATIC** (Германия) для автоматической орбитальной сварки металлических труб диаметром 3 – 750 мм с толщиной стенки от 0,2 мм.

Сварка неповоротных стыков. Вварка труб в трубные решетки.

Оборудование **T–DRILL** для вытяжки боковых горловин в теле трубы для Т-образных сварных стыков труб.

NEW ! Высокоскоростные орбитальные труборезы и торцеватели OTM для труб диаметром 152 – 1524 мм с толщиной стенки до 100 мм.

ООО «Техно Пайп»
129110 г. Москва, ул. Гиляровского, д.68, стр.1, оф.2
тел./факс (495) 631-66-52, 631-67-09, 642-99-37
Сайт: www.technopipe.ru, e-mail: info@technopipe.ru

www.arnoru.ru

ARNO®
WERKZEUGE

ООО «АРНО РУ» 600000, г. Владимир, ул. Большая Нижегородская, 81, офис 809
Тел./факс: (4922) 45-18-28, 49-04-20 E-mail: info@arnoru.ru

Уважаемые дамы и господа!

Рады Вам сообщить, что с 2008 года в связи с растущим рынком продаж открыто официальное представительство компании-производителя металлорежущего инструмента **Karl-Heinz Arnold GmbH** в России, которое находится в г. Владимир. На данный момент установлено прочное сотрудничество с более чем 200 предприятиями по стране. Формируется дилерская сеть, уже включающая в себя семь дилерских центров в Москве, Санкт-Петербурге, Калуге, Рязани, Тольятти, Омске и Казани.

Многолетний опыт в технологии машиностроения, а также непрерывное совершенствование уже существующего инструмента и исследования новейших материалов позволяет нам достойно представить Вашему вниманию надежные и эффективные разработки

ARNO® – Werkzeuge

Номенклатура продукции компании составляет на сегодняшний день более 25 000 наименований.

ОСНОВНЫЕ ГРУППЫ ПРОДУКЦИИ:

1. Токарная обработка

Наша компания предлагает весь спектр сменных многогранных твердосплавных пластин как для черновой, так и чистовой обработки материалов. Особенно конкурентными являются направления по обработке нержавеющих сталей, чугуна, титановых и цветных сплавов. Компания большое внимание уделяет повышению качества обработки материалов за счет применения специальных пластин с высокопозитивной геометрией.

2. Обработка канавок, отрезка

Собственные запатентованные разработки компании, с помощью которых **ARNO®-Werkzeuge** является передовым производителем данных систем в мире:

- модульные системы с легкой заменой модулей и режущих пластин
- наружная, внутренняя и аксиальная обработка
- специальные геометрии режущих пластин

Применение данных систем позволяет сделать производство более универсальным, возможно применение на сложных профилях и канавках. Имеется широкий выбор сплавов и покрытий для различных материалов. Достигается высокая экономичность применения.

3. Системы сверления со сменными пластинами

Специально разработанные высокопроизводительные системы сверления со сменными пластинами имеют широкий диапазон диаметров и глубин обработки. Сменные пластины имеют высокий ресурс, производятся из твердосплавных и быстрорежущих материалов, в зависимости от применения с различными покрытиями.

4. Монолитные твердосплавные фрезы и сверла

Основным преимуществом данного инструмента является: высококачественное исполнение в соответствии с европейскими стандартами, большой ассортимент, невысокая стоимость относительно основных конкурентов.

5. Станочные тиски и системы закрепления инструмента

Мы предлагаем широкий выбор оснастки для станков. А также тиски **ARNO®-Werkzeuge** являются высококачественным продуктом при оптимальной цене.

6. Инструмент для фрезерной обработки:

Новые разработки в этой области, в частности корпусные фрезы FTA принесли поразительные результаты как по режимам резания, так и по качеству обрабатываемой поверхности.

7. Микроинструменты ARNO®-Werkzeuge

Микроинструменты **ARNO®-Werkzeuge** находят свое применение при обработке малых диаметров, начиная с 2,2 мм для различных задач по обработке, таких как: резьбонарезание, точение, снятие фаски, копировальное точение или обработка канавок. Когда речь идет об обработке канавок или отрезке, мы предлагаем Вам не только обширную и полностью подготовленную программу, но также у нас есть что предложить Вам и из области специальных инструментов: резьбонарезной инструмент, специальный инструмент (по чертежам заказчика).

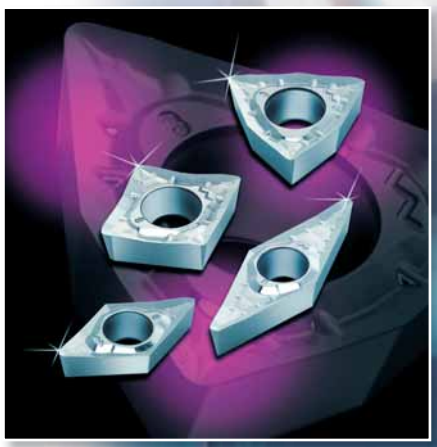
Наша компания гарантирует техническую поддержку для заказчика, подбор инструмента **ARNO®-Werkzeuge** по уже используемым аналогам, обучение специалистов на предприятии. Разработана специальная система скидок как разовых, так и накопительных.

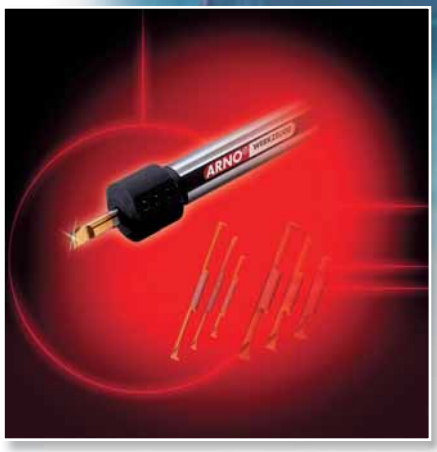
Наша компания предоставляет комплект инструмента для испытательного цикла по запросу заказчика. И при успешных результатах испытаний, для обеспечения минимальных издержек заказчика, возможна выгодная замена уже используемых державок на **ARNO®-Werkzeuge**.

Вся продукция сертифицирована, изготовлена по современным европейским стандартам.

Более подробную информацию можно получить на нашем официальном сайте **www.arnoru.ru** и в наших каталогах.

Использование продукции под товарным знаком **ARNO®-Werkzeuge** является гарантией успешного развития Вашего производства!





УЧАСТНИК ВЫСТАВКИ
МЕТАЛЛООБРАБОТКА
Москва, Экспоцентр, 24-28 мая

НЕ ВСЕ СИСТЕМЫ ЧПУ ОДИНАКОВЫЕ

Не секрет, что степень автоматизации станка сильно влияет на себестоимость выполняемых на нем операций. Уменьшить себестоимость обработки и увеличить производительность призваны современные станки с ЧПУ. Однако подобные станки имеют высокую стоимость и не все предприятия могут позволить себе закупку подобного оборудования. Выходом в данной ситуации является модернизация уже имеющегося оборудования с целью увеличения степени его автоматизации и, тем самым, производительности.

Оптимальные решения не только для модернизации морально устаревших станков, но и для проектирования новых современных станков с ЧПУ предлагает компания HEIDENHAIN (Германия) – признанный мировой лидер в производстве высокоточных датчиков линейных и угловых перемещений, а также передовых систем ЧПУ для фрезерных, расточных и токарных станков. Продукция компании HEIDENHAIN давно известна на российском рынке (еще со времен СССР). С 2007 года компанию HEIDENHAIN в России представляет ООО «ХАЙДЕНХАЙН», которое занимается не только реализацией, но и сервисным обслуживанием оборудования HEIDENHAIN.

В последнее время многие отечественные предприятия всё чаще начинают задумываться о модернизации имеющегося у них станочного парка. Некоторые предприятия уже провели подобную успешную модернизацию с использованием широкой гаммы продукции компании HEIDENHAIN. Ниже предлагаем Вашему вниманию статью из журнала «Технология автоматизации» (Германия), в которой описан пример подобной модернизации.

Значительное сокращение времени программирования и переналадки

Разница в управлении

Фирма Schade Maschinenbau GmbH & Co. KG из города Вильдесхаузен для своих станков сделала ставку на систему ЧПУ от компании HEIDENHAIN. Как на недавно приобретенном тяжелом фрезерном станке PCR 150plus фирмы Union, так и при модернизации старых станков применяется система iTNC 530 с новейшими приводами компании HEIDENHAIN.

Модернизация позволила подтянуть старые станки к современным требованиям высокоточного тяжелого машиностроения. Другое преимущество, которое получила фирма Schade: благодаря унифицированному управлению каждый сотрудник может написать программу для любого станка из парка. Кроме того, все сотрудники получили доступ к центральному серверу данных.

Устаревшие системы управления приводят к простоям

«В прошлые годы затраты, связанные с обслуживанием и с простоями из-за поломок старых систем управления наших станков, сильно возросли. Поэтому мы пришли к выводу, что нам нужна модернизация оборудования», – вспоминает Дирк Шаде, исполнительный директор фирмы Schade Maschinenbau GmbH. Фирма состоит из 40 сотрудников и занята в областях лезвийной механообработки, тяжелой металлургии и комплексного монтажа. Основные заказчики: интернациональные предприятия из отрасли самолетостроения и космонавтики, разработчики прокатного и прессово-штамповочного оборудования, ветряных электростанций, судовых силовых установок и компрессоров, строительных материалов, а также предприятия автомобильной промышленности.

Решение о переходе на iTNC 530 компании HEIDENHAIN при модернизации было принято по результатам анализа различных систем ЧПУ. «Решающим фактором при принятии решения о модернизации были консультации, которые я провел с моими партнерами по бизнесу. При этом ими постоянно отмечалась простота управления и функциональность для оператора. Особенно подчеркивалась возможность замены устройства в сервисном случае», – рассказывает г-н Шаде. Помимо этого, за модернизацию системами HEIDENHAIN высказался руководитель производства фирмы Schade – Дитер Брамкамп: «Мой сын работает у одного станкопроизводителя, который уже давно использует системы ЧПУ компании HEIDENHAIN. Хотя это предприятие работает с высокоскоростными станками, а мы с тяжелыми станками – принцип программирования станков схож. Когда вечером после работы мы делились впечатлениями, я каждый раз удивлялся, как близка к оператору система управления HEIDENHAIN и какие дополнительные возможности она предлагает». На этом фоне г-н Брамкамп, который сам более 40 лет проработал с системами ЧПУ других производителей, рекомендовал руководству фирмы провести модернизацию станков, используя системы ЧПУ HEIDENHAIN.

Раскладка клавиатуры ЧПУ на любой вкус

Так, с 2007 года системой iTNC 530 был оснащен один универсальный тяжелый фрезерный станок Butler Elgamill HE 5000 и два горизонтально-расточных станка Wotan Rapid II. В августе 2009 года были переоборудованы горизонтально-расточные станки Scharmann Ecocut 2

и Scharmann FB 160 Opticut. Помимо этого, фирма Schade Maschinenbau инвестировала в приобретение тяжелого фрезерного станка PCR 150plus фирмы Union, который способен за один установ обрабатывать с пяти сторон заготовки до 40 тонн. Этот новый станок был заказан у производителя уже с ЧПУ HEIDENHAIN. «Представитель фирмы Union был удивлен, когда мы запросили особую раскладку клавиатуры ЧПУ. Нам очень важно, чтобы все наши станки отвечали этому условию: так каждый наш сотрудник может обслуживать все наши станки и консультироваться со своими коллегами, – подчеркнул г-н Шаде. - Такой подход исключает, например, невыполнение заказа в ночную смену по причине возникновения ошибки в программе, которую подготовил другой сотрудник».

После того, как было принято окончательное решение в пользу ЧПУ HEIDENHAIN, исполнительный директор Дирк Шаде связался со штаб-квартирой компании HEIDENHAIN в г. Траунройт (Германия). Компания HEIDENHAIN всегда рекомендует проводить модернизацию силами квалифицированных, специализирующихся в данной области фирм (модернизаторов) и всегда готова порекомендовать наиболее подходящее предприятие в определенном регионе. «С тремя рекомендованными мне модернизаторами я провел предварительные переговоры и получил от них соответствующие предложения. Мы выбрали претендента, который имел наибольший опыт: всё-таки модернизация должна производиться на работающем предприятии», – пояснил г-н Шаде.

Переход без проблем

На этапе подготовки каждой модернизации г-н Шаде совместно с выбранным подрядчиком создавал детальный план работ. Модернизация станков проводилась во время главного отпускного периода на предприятии. В это время для других станков этой группы вводилась вторая смена с целью компенсации простоя модернизируемого станка. При таком планировании и грамотном выборе подрядчика модернизация каждого станка в полном объеме была проведена за 6 недель. За это время были заменены не только старая система ЧПУ на iTNC 530 компании HEIDENHAIN, но и необходимые электрические и измерительные компоненты, а также системы приводов.

Дополнительно г-н Шаде применяет на всех своих станках измерительные щупы TS 640 от компании HEIDENHAIN. С помощью этих щупов система ЧПУ получает информацию об актуальном положении заготовки и учитывает эту информацию при вычислении координат для инструмента. Благодаря этому, оператору теперь не нужно с миллиметровой точностью позиционировать заготовку на столе станка, что привело к сокращению времени наладки на 20%. «Кроме того, благодаря модернизации мы смогли уменьшить допуск с H8 до H7 класса», – добавил руководитель производства г-н Брамкамп.

Короткий период переобучения

После модернизации каждого станка подрядчик (модернизатор) проводил обучение нашего персонала по системе ЧПУ на конкретных практических примерах. Помимо этого, основные операторы прошли 5-дневное обучение в компании HEIDENHAIN в г. Траунройт (Германия). Это обучение ориентировано на повседневные задачи производства таким образом, что участники могут использовать полученные знания и опыт сразу на практике. На заводе Schade Maschinenbau программы для систем ЧПУ пишутся непосредственно на станке в диалоге открытым текстом. Для визуализации процесса обработки используется альтернативный режим работы «smarT.NC». Графическая симуляция процесса механообработки дает оператору дополнительную возможность контроля и, таким образом, обеспечивает надежность процесса обработки. Все программы передаются по сети, к которой подключены все станки с ЧПУ, и архивируются на центральном сервере. Так обеспечивается доступ ко всем уже созданным программам, которые можно легко адаптировать под схожие задачи. Г-н Шаде говорит: «Наши сотрудники сразу убедились в технологичности и, прежде всего, в простоте и удобстве работы с ЧПУ компании HEIDENHAIN». Время программирования удалось сократить в среднем на 20…30%. Также фирма Schade Maschinenbau планирует создать технические условия для прямой передачи DXF-файлов в систему ЧПУ.

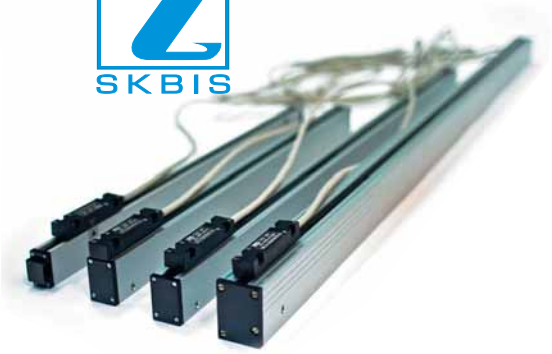
Результаты и перспектива

Благодаря модернизации своего станочного парка системами ЧПУ iTNC 530 компании HEIDENHAIN, фирма Schade Maschinenbau GmbH получила следующие преимущества:

- Система программирования открытым текстом оптимальна для производства фирмы Schade, при котором программирование производится непосредственно на станке.
- Время программирования сократилось до 30% благодаря удобству работы с ЧПУ и использованию станочных циклов обработки.
- Новая система ЧПУ с измерительным щупом позволила сократить время наладки и установки на 20%, а время обработки – на 10%.
- После модернизации фирма Schade предлагает своим заказчикам более высокую точность обработки: допуски обработанных деталей уменьшились с H8 класса до H7.
- Затраты на обслуживание и ремонт систем ЧПУ уменьшились до минимума.
- Продуманный план-график модернизации позволил провести ее без снижений объемов производства предприятия.

Подобную модернизацию возможно провести и в России. ООО «ХАЙДЕНХАЙН» предлагает помощь при подборе необходимых для модернизации компонентов, а также техническую поддержку и сервисное обслуживание продукции HEIDENHAIN как конечным пользователям, так и компаниям, занимающимся производством и модернизацией станков.

ООО «ХАЙДЕНХАЙН»
+7 (495) 931 96 46
www.heidenhain.ru
info@heidenhain.ru



ЭНКОДЕРЫ ЛИР ПРОИЗВОДСТВА СКБ ИС

В настоящее время с ростом уровня технологий, повышением степени автоматизации предприятий и необходимостью вести модернизацию старого оборудования все большее значение имеют сенсоры, датчики, преобразователи перемещений, которые позволяют автоматизировать и контролировать процесс перемещения. Будь то угловое перемещение вала двигателя, движение линейного привода или перемещение стола универсального измерительного микроскопа.

Осуществлять контроль перемещения можно с помощью разных по принципу действия датчиков (сенсоров, преобразователей): оптических (бесконтактных), индуктивных, магнитных, оптоэлектронных (иначе фотоэлектрических, оптоэлектрических, оптронных, по западной терминологии энкодеры, от английского слова encode – в значении преобразовывать) и др. Все эти датчики имеют свои плюсы и минусы.

Немалую популярность практически во всех отраслях науки и промышленности получили **оптоэлектронные преобразователи** перемещений благодаря оптимальному сочетанию точностных характеристик, надежности и способности выдавать сигналы по распространенным промышленным стандартам.

Также сегодня можно видеть подъем спроса на **магнитные энкодеры**. Данные датчики используют эффект холла – явление возникновения разности потенциалов при помещении проводника с постоянным током в магнитное поле. Область их применения схожа с оптоэлектронными энкодерами, но установка целесообразна там, где не требуется высокая точность, но необходима высокая устойчивость к воздействиям внешней среды (их точность в десятки раз хуже оптоэлектронных).

Фотоэлектрические энкодеры преобразуют перемещения в последовательность электрических импульсов, которые несут информацию о величине и направлении перемещения. Энкодеры применяются как в станкостроительной отрасли – для контроля положения осей станка, так и в промышленной автоматизации для контроля частотных характеристик или положения вала двигателей, приводов, мотор-редукторов, в нефтяной промышленности – на добывающих станциях, в энергетике – на ветровых установках, в средствах связи – на антеннах и т.д.

ОАО «СКБ ИС» разрабатывает, производит и осуществляет поставки оптоэлектронных и магнитных энкодеров, устройств цифровой индикации, интерфейсов, систем управления, преобразователей сигналов для энкодеров.

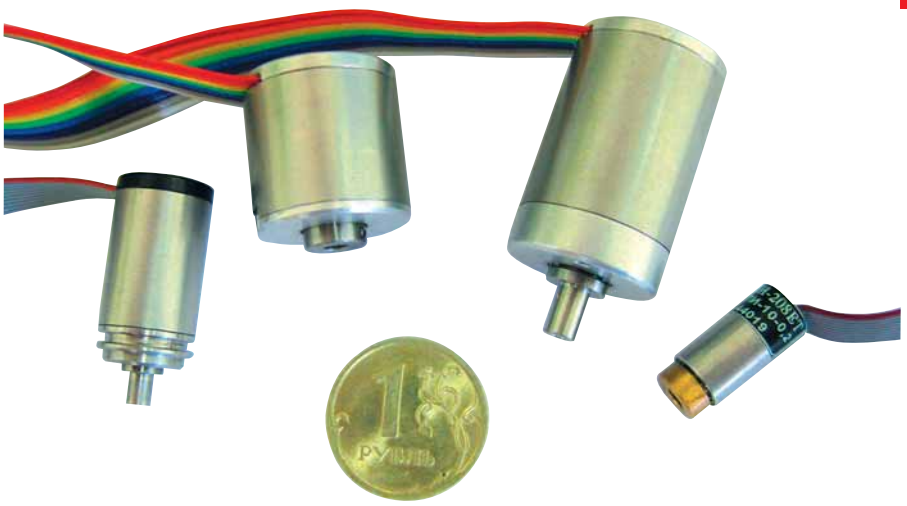
Отслеживать новые тенденции и разрабатывать модели в соответствии с требованиями заказчика позволяет наличие огромного опыта (СКБ ИС на рынке более 20 лет) и высококвалифицированный персонал нашей организации. Мы стараемся охватить как можно большую часть всего спектра предложений энкодеров. **Наш ассортимент постоянно растет, и сегодня мы можем предложить**:

- Оптоэлектронные абсолютные угловые энкодеры с диаметрами корпуса от 19 до 95 мм, с разрешением до 26 бит и с точностью позиционирования до +/- 3,5 “.
- Оптоэлектронные инкрементные угловые энкодеры с диаметрами корпуса от 12 до 200 мм, с разрешением до 3 600 000 дискрет на оборот и точностью позиционирования до +/- 1,5 “.
- Магнитные абсолютные и инкрементные угловые энкодеры с диаметрами корпуса от 8 до 58 мм, с разрешением до 12 разрядов (для абсолютных) и 4096 дискрет на оборот (для инкрементных) и точностью позиционирования +/- 0,5 º.
- Муфты для угловых энкодеров.
- Оптоэлектронные инкрементные линейные энкодеры с длиной измерения до 3240 мм, с разрешением до 0,1 мкм и точностью позиционирования до +/- 3 мкм на метр.
- Оптоэлектронные абсолютные линейные энкодеры с длиной измерения до 1890 мм, с разрешением до 0,1 мкм и точностью позиционирования до +/- 3 мкм на метр.
- Оптоэлектронные инкрементные преобразователи перемещений со штоком с ходом до 40 мм, с разрешением до 0,1 мкм и точностью позиционирования до +/- 0,5 мкм на ход штока.
- Устройства цифровой индикации для работы с абсолютными или инкрементными энкодерами.
- Интерфейсы (для подключения энкодеров к компьютеру) и программное обеспечение к ним.
- Преобразователи сигналов для энкодеров.

Отдельно стоит выделить новую номенклатуру нашей продукции, спрос на которую постепенно растет:

- Малогабаритные энкодеры ЛИР-МИ208, ЛИР-МА208 и ЛИР-212А с диаметрами корпуса 8 и 12 мм, успешно зарекомендовавшие себя в России и за рубежом (для маленьких приводов и роботов).

- Миниатюрный инкрементный преобразователь открытого типа ЛИР-3 с длиной измерения до 380 мм, разрешением до 0,1 мкм и точностью +/- 1 мкм на 100 мм.
- Система программно позиционного управления для работы с абсолютными и инкрементными энкодерами с возможностью позиционирования до шести координат ЛИР-581.
- Цифровой преобразователь линейного перемещения со штоком ЛИР-17И.
- Абсолютный линейный преобразователь со штоком с ходом 10 мм ЛИР-ДА13.
- Высокоточный абсолютный угловой энкодер с диаметром корпуса 95 мм, с разрешением до 26 бит ЛИР-ДА395А.
- Инкрементный магнитный линейный энкодер на ленте LM10.



ОАО «СКБ ИС» гарантирует высококвалифицированный сервис и техническую поддержку. Это касается как работы с заказчиком на стадии оформления заказа, так и осуществления гарантийного, послегарантийного ремонта (24 часа, не считая доставки) и монтажа энкодеров ЛИР на оборудовании заказчика (более 500 модернизированных станков).

Мы имеем богатую историю поставок нашего оборудования для самых различных применений:

- станкостроительных предприятий (как на новые станки, так и для модернизации старых) России, СНГ, США, Европы, Китая и Кореи;
- медицинских роботов в США;
- автоматизированного комплекса по изготовлению лекарств в США;
- радиолокационных станций – Дальний Восток России;
- поворотного механизма сцен Большого Драматического Театра (Санкт-Петербург), МХТ им. А.П. Чехова (Москва) и др.;
- аэрокосмических предприятий России (применение в космосе);
- аппаратов аэрографической съемки в США, России и на Украине;
- атомных станций Российской Федерации (работа в условиях радиации);
- морских судов (работа в условиях соляного тумана, немагнитное исполнение);
- уникального радиотелескопа с диаметром зеркала 64 метра (ТНА-1500).

Среди наших партнеров такие компании как: Philips, Hewlett Packard, Boeing, General Electric, КАМАЗ, АвтоВАЗ, УАЗ, МАЗ, Северсталь и др.

Приглашаем Вас к сотрудничеству и предлагаем посетить наш стенд на московской выставке «Металлообработка 2010», которая пройдет в ЦВК «Экспоцентр» с 24 по 28 мая. Нас можно будет найти в Павильоне № 2, Зал № 1, № стенда 21В50.

ОАО «СКБ ИС»
195009, Санкт-Петербург,
Кондратьевский пр., д. 2, лит. А
Тел/факс (812) 334-17-72
факс (812) 540-29-33
www.skbis.ru e-mail: lir@skbis.ru

Балт-Систем
Balt-System

Россия, 198206, Санкт-Петербург, Петергофское шоссе, д.73, корп.9
Тел.(812) 744-3461, тел./факс(812) 744-7059
E-mail: bs@peterlink.ru www.bsystem.ru

КОМПЛЕКТНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ СТАНОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ
Разработка • Производство • Обучение • Сервисное обслуживание

:: Устройства числового программного управления NC-201M, NC-202, NC-210, NC-220, NC-230, NC-110, NC-310
:: Приводы подач и главного движения
:: Двигатели
:: Датчики обратной связи
:: Трансформаторы, дроссели
:: Специальные кабели

ПРИГЛАШАЕМ ВАС ПОСЕТИТЬ НАШ СТЕНД НА ВЫСТАВКЕ "МЕТАЛЛООБРАБОТКА-2010"
24-28 мая павильон N2 зал 1

РЕМОНТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ ДЛЯ ЛИТЬЯ ПЛАСТМАССОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Эксплуатация технологической оснастки (пресс-форм, фильер, распределителей и др.) для литья пластмассовых изделий приводит, по мере ее износа, к нежелательным последствиям, основные из которых:

1) увеличение себестоимости продукции вследствие повышенного расхода сырья;

2) потеря качества получаемой продукции по следующим характеристикам:

- геометрическим размерам,
- физическим свойствам,
- чистоте по инородным включениям,
- внешнему виду;

3) рост риска выхода из строя оборудования.

Расход сырья увеличивается либо из-за изменения технологических зазоров между деталями оснастки по мере их износа, либо из-за неправильно проведенного ремонта оснастки. В силу тех же причин изделие **теряет качество** по геометрическим размерам.

Инородные твердые включения в расплаве полимера, мелкие поломки и сбои в системе сталкивания отливок, применение слесарного инструмента для снятия отливок, случайные повреждения в процессе сборки-разборки во время мелких ремонтов служат причиной **потери качества** по прочим вышеупомянутым характеристикам.

Перегревы, залипания массы, вытекания массы из формообразующей оснастки ведут к повышению **риска выхода из строя** всего **оборудования**.

Теперь понятно, к каким серьезным негативным последствиям может привести эксплуатация изношенной оснастки. Но, прежде чем говорить о ее восстановлении, следует остановиться на **основных дефектах**, ведущих к таким последствиям.

Итак, **основными дефектами** (**рис.1**) технологической оснастки для литья пластмассовых изделий являются:

- вмятины и забоины различной величины,
- отдельные царапины,
- волосяные риски,
- следы коррозии в виде раковин либо пятен с полностью нарушенной чистотой поверхности,
- общее повреждение поверхности от применения абразивных инструментов,
- сколы (особенно по острым кромкам).

Профилактикой возникновения данных дефектов служит применение консервирующих смазок в процессе транспортировки и хранения оснастки, отказ от использования жестких абразивных инструментов при очистке оснастки, контроль качества сырья на предмет инородных включений, строгое соблюдение чистоты на производственных площадях. Однако никакая профилактика не поможет при низком качестве стали, из которой изготовлена оснастка, естественного временн**о**го износа гальванопокрытия и длительной эксплуатации. И рано или поздно **проблема восстановления оснастки** возникает.

Рис. 1 На вводном канале фильеры отчетливо видны все основные виды дефектов. Эксплуатация данной оснастки едва не привела к аварии из-за перегрева фильеры.

Сначала **проблема восстановления оснастки** кажется не столь значительной, и предприятия идут на различные эксперименты по устранению возникших дефектов. Однако не каждое предприятие, занимающееся литьем изделий из пластмасс, имеет в своем штате квалифицированных специалистов, обладающих необходимыми знаниями в технологии ремонта оснастки. Попытавшись доступными средствами восстановить геометрию формообразующей детали сваркой или наплавкой с последующей слесарной доводкой и получив отрицательный результат, предприятия обращаются за помощью к специалистам. Однако зачастую некорректно выполненные действия становятся препятствием для восстановления оснастки. Поэтому, заметив проявление нежелательных последствий эксплуатации, следует немедленно обратиться за помощью на предприятие, специализирующееся в **ремонте технологической оснастки.**

Ремонт технологической оснастки для литья пластмассовых изделий можно разделить на два вида:

- **подготовка деталей оснастки к гальванопокрытию, гальванопокрытие с финишной доводкой**,
- **капитальный ремонт оснастки**.

Сразу же следует отметить, что стоимость ремонта первого вида примерно в 5-6 раз дешевле стоимости ремонта второго вида. Вовремя проведенный ремонт первого вида позволяет избежать капитального ремонта оснастки на весь период ее службы (4-5 лет при двухсменной работе). (Далее под понятием **«рабочая поверхность»** принимается поверхность детали технологической оснастки для литья пластмассовых изделий, имеющая непосредственный контакт с пластмассой во время процесса формообразования).

Подготовка деталей оснастки к гальванопокрытию, гальванопокрытие с финишной доводкой проводится при условии, что незначительные изменения геометрии, возникающие при ремонте, существенно не влияют на стоимость продукции, ее качество и не приводят к повышению рисков вывода оборудования из строя. Включает в себя:

- снятие изношенного гальванопокрытия химическим способом,
- очистку и промывку формообразующей детали,
- шлифование плоскостей сопряжения,
- осмотр деталей на предмет выявления дефектов рабочих поверхностей,
- шлифование рабочих поверхностей до устранения дефектов. Съем материала составляет не более 100 мкм. Следы коррозии в виде раковин, вмятины, забоины и царапины глубиной менее 100 мкм, а также волосяные риски устраняются полностью. Более глубокие дефекты – «заваливаются». Острые кромки их границ притупляются, чем обеспечивается высокая адгезия гальванопокрытия. Во время шлифования особое внимание уделяется контролю геометрии плоских выходных поверхностей секционных фильер и классу чистоты поверхности вводных каналов (**рис. 2**).
- полирование рабочих поверхностей. Критерий – 11-12 класс чистоты поверхности.
- гальванопокрытие. Предпочтение отдается хромированию как наиболее твердому (до 72 HRCэ) виду. Толщина покрытия зависит от произведенного съема материала при шлифовании и составляет 50-1000 мкм. После нане-

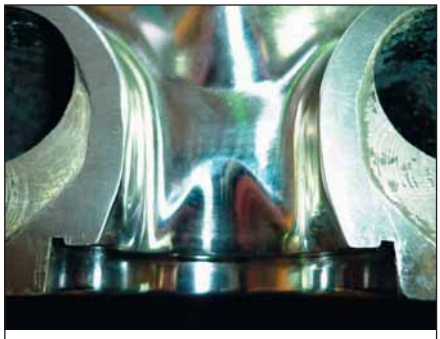


Рис. 2 Трудно узнать фильеру из рис. 1 после ремонта. Классу чистоты и геометрии поверхности вводных каналов уделяется особое внимание.

сения покрытия измеряется его толщина на предмет выявления неравномерности покрытия.

- финишную доводку. Детали промываются, осматриваются на предмет выявления возможных дефектов гальванопокрытия, и их рабочие поверхности полируются до зеркального блеска.
- контрольную сборку. Производится на предмет контроля соблюдения технологических зазоров.
- консервацию. Наносится защитная смазка и детали завертываются в крафт-бумагу.

К сожалению, заказчик часто обращается за помощью, когда технологическая оснастка уже требует **капитального ремонта**.

Прежде чем говорить о **капитальном ремонте**, следует обратить внимание на частое желание заказчика устранить серьезные дефекты рабочих поверхностей формообразующих деталей с помощью **сварки** или **наплавки**.

Сразу отмечу, что **сварка** не обеспечивает однородности материала, может привести к локальным изменениям структуры металла и к дефектам при нанесении гальванопокрытия. Поэтому применять ее при ремонте технологической оснастки для литья пластмассовых изделий не рекомендуется.

Наплавка с целью восстановления геометрии формообразующей поверхности литьевой формы имеет ограниченный объем. Наплавка должна производиться со строгим соблюдением следующих требований:

- зона наплавки должна быть отделена от остальной поверхности детали. Лучше всего производить предварительный раздел зоны наплавки механическим занижением (фрезерование) на 200-300 мкм поверхности, подлежащей наплавке, относительно общей поверхности детали. Этим обеспечивается максимальная локализация переходной зоны от материала наплавки к основному. Переходная зона имеет самую неблагоприятную структуру: возможно образование раковин, изменяется химический состав, наплавленный металл имеет неравномерную толщину по границам наплавки;
- наплавляемый металл должен быть идентичен металлу, из которого изготовлена деталь. Перед наплавкой производится спектральный анализ материала детали, при этом пробные образцы следует взять из максимального количества точек наплавляемой поверхности;
- для уменьшения степени изменения структуры металла необходимо произвести предварительный нагрев детали до 250 – 350° С с последующим медленным охлаждением.

Таким образом, наплавка не является универсальным способом восстановления формообразующих деталей.

При серьезных дефектах формообразующих деталей желательно произвести **капитальный ремонт** оснастки, включающий в себя:

- снятие изношенного гальванопокрытия химическим способом,
- очистку и промывку формообразующих деталей,
- фрезерование базовых плоскостей,
- фрезерование поверхностей сопряжения,
- шлифование плоскостей сопряжения,
- фрезерование рабочих поверхностей, геометрия которых влияет на стоимость и качество продукции, а также на риск вывода из строя оборудования,
- восстановление резьб,
- установка втулок (для цилиндрических деталей) (**рис. 3**). Глубина дефектов рабочей поверхности составляла более 1000 мкм. Установлена ремонтная втулка (справа),

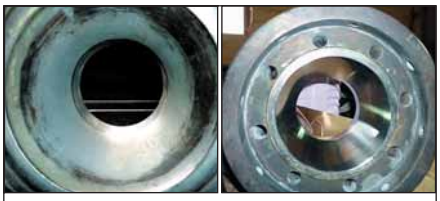


Рис. 3 Матрица цилиндрической пресс-формы до и после капитального ремонта

- шлифование рабочих поверхностей. Съем материала составляет более 100 мкм. Во время шлифования особое внимание уделяется контролю геометрии плоских выходных поверхностей секционных фильер и классу чистоты поверхности вводных каналов.
- полирование рабочих поверхностей. Критерий – 11-12 класс чистоты поверхности.
- гальванопокрытие. Предпочтение отдается хромированию как наиболее твердому (до 72 HRCэ) виду. Толщина покрытия составляет 50–100 мкм. После нанесения покрытия измеряется его толщина на предмет выявления неравномерности покрытия.
- финишная доводка. Детали промываются, осматриваются на предмет выявления возможных дефектов гальванопокрытия, и их рабочие поверхности полируются до зеркального блеска (**рис.4**).
- контрольная сборка. Производится на предмет контроля соблюдения технологических зазоров.

Рис. 4 Деталь пресс-формы (пуансон) до и после капитального ремонта

- консервация. Наносится защитная смазка и детали завертываются в крафт-бумагу.

Безусловно, в условиях напряженного плана выпуска продукции желательно минимизировать необходимое время на проведение ремонтов оснастки. Однако, не на каждом предприятии по выпуску изделий из пластмасс рентабельно содержать высокоточное оборудование и высококвалифицированных специалистов по ремонту технологической оснастки для литья изделий из пластмасс. Себестоимость и качество продукции, работоспособность дорогостоящего оборудования – вот те вызовы, с которыми приходится сталкиваться ежедневно. Вовремя проведенный квалифицированными специалистами ремонт вашей оснастки только повысит рентабельность и конкурентоспособность производства при минимизации издержек.

Инж. А.Л. Зельдович
Директор
ООО МИПФ «Инженерная Техника»

В статье использованы фотографии технологической оснастки для литья изделий из пластмасс, ремонтируемой ООО МИПФ «Инженерная Техника».

ООО МИПФ «Инженерная Техника» образовано в 1992 году.

Область деятельности: машиностроение (деревообрабатывающая, металлургическая, легкая промышленность). Проектирование и производство нестандартного оборудования, крупногабаритных и высокоточных узлов и деталей.

ОСНОВНАЯ ПРОДУКЦИЯ

Для деревообработки: валы ножевые к рубительным машинам, валы шлифовальные к линиям шлифования, валы карданные приводов шлифовальных машин, гидроцилиндры прессов ламинирования, запасные части к рубительным машинам.

Для металлургии: проектные работы по модернизации действующего оборудования трубопрокатных цехов, валки прокатных станов, валки рольгангов.

Прочее: ремонт формообразующей оснастки для производства изделий из пластмасс.

Отличительной особенностью всех видов продукции является высокое качество исполнения, гарантийное, постгарантийное (для изделий) и шефское (для технической документации) обслуживание.

Производственные мощности: мини-завод в п. Лотошино Московской области производственной площадью 1100 кв.м на земельном участке 0,5 га с подъездными путями, собственным силовым трансформатором на 250 кВт, центральным отоплением, водоснабжением и канализацией.

Адрес производства: Московская область, пос. Лотошино, ул.Сушзаводская, д.12,

тел. (495)979-38-00
e-mail: info@mechmast.ru
http:// www.mechmast.ru

СОЖ ПРИ ГЛУБОКОМ СВЕРЛЕНИИ

Фактор подачи СОЖ в зону резания является **главным** в операциях обработки глубоких отверстий, в основном и определяющим специфику не только процесса, но и применяемого оборудования, оснастки, технологических приемов. Поэтому к СОЖ для глубокого сверления предъявляются особые требования как к специальным смазочно-охлаждающим технологическим средствам (СОТС).

На операциях глубокого сверления СОЖ должна выполнять ряд функций: **главная** – отводить стружку из зоны резания и транспортировать ее по отводным каналам, а также уменьшать силы резания и трения между направляющими элементами и поверхностью отверстия, отводить тепло. Для этого СОЖ должна иметь соответствующие свойства, а оборудование обеспечить подачу СОЖ в зону резания в необходимом количестве при соответствующем давлении и с требуемыми расходами.

Отвод стружки надежно обеспечивается в том случае, когда поток СОЖ в зоне резания имеет скорость, при которой его кинетическая энергия достаточна для сообщения стружке движения вдоль отводных каналов. Минимально необходимая скорость СОЖ и выбранная площадь поперечных сечений отводных каналов для стружки и СОЖ определяют минимально необходимый расход СОЖ. В свою очередь по расходу СОЖ и ее вязкости можно определить (при выбранной площади и форме каналов и их протяженности) давление СОЖ и мощность, затрачиваемую на ее прокачивание по каналам подвода – отвода, по формуле:

$$N_0 = 10^3 pQ,$$

где N_0 – мощность, затрачиваемая на прокачивание СОЖ, кВт; p – давление подаваемой насосом СОЖ, МПа; Q – расход СОЖ м^3/с.

На операциях глубокого сверления в зависимости от диаметра и длины обрабатываемого отверстия расход СОЖ составляет 0,001...0,009 м^3/с при p = 10 ... 0,5 МПа. Это значит, что для указанных диапазонов p и Q затраты мощности на прокачивание СОЖ могут составлять 6...10 кВт и в ряде случаев превышать затраты мощности на резание, поэтому снижение затрат мощности на подвод СОЖ и отвод стружки очень важно.

Одним из путей снижения затрат мощности является применение маловязких СОЖ, что положительно сказывается также на ее очистке (фильтрации) и снижении потерь в виде отходов вместе со стружкой. Однако, выбирать вязкость СОЖ, исходя только из снижения затрат мощности и сокращения потерь со стружкой, не следует, так как она влияет на процесс обработки, в частности, оказывает благотворное влияние на условия работы направляющих элементов. Так, исследованиями установлено, что уменьшение вязкости ниже (8...10) $\cdot 10^{-6}$ м^2/с при определенных давлениях может привести к выдавливанию СОЖ или разрыву пленки смазки под направляющими элементами инструмента. А это, в свою очередь, приводит к увеличению сил трения на направляющих, возникновению или усилению вибрации инструмента, его изнашиванию и поломке. При применении СОЖ с вязкостью меньше (8...10) $\cdot 10^{-6}$ м^2/с возрастают утечки через зазоры в насосе, в маслоприемнике, что при высоких давлениях приводит к резкому снижению расхода. С учетом сказанного рекомендуется на этих операциях при обработке отверстия диаметром до 300 мм применять СОЖ с вязкостью от 30 $\cdot 10^{-6}$ м^2/с до 10 $\cdot 10^{-6}$ м^2/с при колебании температуры от 15 до 50^{0}С.

Успешному отводу стружки и продуктов изнашивания инструмента способствуют хорошие моющие свойства СОЖ (то есть способность её смачивать частицы стружки и частицы износа, препятствовать слипанию и привариванию их к поверхности инструмента и обрабатываемой заготовки).

Уменьшение сил резания и трения достигается за счет использования смазывающих свойств СОЖ, а также за счет давления СОЖ и наличия в СОЖ соответствующих присадок и поверхностно активных веществ. Наиболее часто в качестве присадок используют серу, хлор, фосфор.

При обработке глубоких отверстий СОЖ подается в зону резания под давлением, проникает в микротрещины и микрощели в зоне стружкообразования, вступает во взаимодействие с материалом заготовки и инструмента, образуя на их поверхностях пленки, которые экранируют трущиеся поверхности. Особенно благоприятно действуют химические пленки, выдерживающие большие нормальные давления и высокую температуру (хлоридные не разрушаются до температуры 500^0 С, фосфатные – 700^0 С и сульфидные до 1000^0 С). Вместе с этим пленки имеют малое сопротивление сдвигу, что способствует снижению коэффициента трения. Каждая из присадок в СОЖ способствует возникновению своей пленки, которая образуется и сохраняется при определенных условиях, причем каждая из присадок в присутствии другой действует активнее.

Ввиду того, что на разных участках контактирующих поверхностей передней и задней граней инструмента и направляющих элементов складываются различные условия, то на отдельных участках могут возникать различные виды трения. Например, трение с повреждением при схватывании трущихся поверхностей; трущиеся поверхности разделены пленкой с экранизирующим и антифрикционным действием и трение в условиях контактно-гидродинамической смазки. При двух последних видах существенно снижается коэффициент трения и соответствующие энергетические затраты. Достигается это за счет применения СОЖ с хорошими смазывающими свойствами и необходимой вязкостью.

Эффективность действия СОЖ по уменьшению сил резания и трения удобно оценивать суммарной осевой силой P_O (сумма осевых составляющих сил резания и трения на направляющих) и суммарным крутящим моментом M_K (момент от сил резания и трения на направляющих).

Проведенное по этим критериям сравнение [1] ряда отечественных СОЖ при сохранении неизменными всех остальных параметров процесса показало, что энергетические затраты на резание и трение изменяются с изменением температуры циркулирующей СОЖ. Причём для каждой СОЖ имеется своя зона оптимальных температур с минимальными значениями P_O и M_K, при которых имеют место минимальные вибрации и энергетические затраты.

Это можно объяснить тем, что температура циркулирующих СОЖ, замеряемая при выходе из отводного канала перед входом в бак, отражает совокупность сложных явлений, протекающих в зоне резания и в значительной степени зависящих от температуры, которая устанавливается на определенном уровне за счет отвода тепла с помощью СОЖ. Очевидно, зона оптимальных температур циркулирующей СОЖ отвечает оптимальным условиям существования химических пленок и оптимальной вязкости, при которой возможно сохранение контактно–гидродинамической смазки. В целях снижения энергетических затрат можно рекомендовать поддерживать температуру циркулирующей СОЖ от 30 до 50^0 С.

Отвод тепла при глубоком сверлении с помощью СОЖ решается попутно, наряду с главным назначением СОЖ – отводом стружки. Некоторые трудности связаны с циркуляцией большого количества СОЖ в единицу времени, что приводит к ее нагреву. И отвод тепла производится преимущественно путем конвективного теплообмена между нагретыми поверхностями заготовки и инструмента и потоком СОЖ. Интенсивность отвода тепла в значительной степени зависит от теплопроводности СОЖ, ее расхода и скорости перемещения, разности температур охлаждаемых поверхностей и потока СОЖ. Для поддержания оптимальной температуры СОЖ станки для глубокого сверления и растачивания следует снабжать теплообменниками. А перед началом выполнения операции следует прогреть СОЖ циркуляцией в системе до 25...35^{0}С (особенно это необходимо делать в холодное время года).

Сверление отверстии диаметром до 30 мм, с отношением $l/d \approx 100$ при температуре СОЖ ниже 20^{0}С практически невозможно из-за неустойчивости процесса резания и поломок инструмента. При повышении температуры выше 50...60^{0}С возникают интенсивные вибрации инструмента, СОЖ испаряется, ухудшаются санитарно-гигиенические условия, возможно возгорание паров СОЖ. Кроме этого, усиливается окисление СОЖ, вследствие чего она теряет свои свойства.

При глубоком сверлении в основном применяют масленые СОЖ и реже – водные эмульсии минеральных масел. Эмульсии имеют лучшие охлаждающие свойства в сравнении с маслеными СОЖ, однако они не допускают попадания масла из системы смазки станка, менее стойки при хранении, легко поражаются микроорганизмами и теряют свои эксплуатационные свойства. По-

этому необходимо следить за сохранением их свойств, стабильности состава и т.п.

Масленые СОЖ широко применяются при обработке глубоких отверстий. До определенного времени при обработке использовался сульфофрезол (ГОСТ 122 – 54*) – осерненное минеральное масло коричневого цвета, состоящий из веретенного масла с добавлением нигрола (до 20%) и серы в свободном состоянии и в виде химического соединения (не менее 1,7%). Для снижения вязкости часто добавляют керосин (до 10%) или дизельное топливо, что практически не снижает температуры вспышки. Недостатком сульфофрезола является токсичность. Применение сульфофрезола ограничивается органами здравоохранения.

До сравнительно недавнего времени основным заменителем сульфофрезола при глубоком сверлении и растачивании легированных конструкционных и коррозионно-стойких сталей была определена СОЖ марки МР – 3 [1].

Отдельные фирмы и организации представляют для глубокого сверления как указанную выше марку СОЖ, так и иные марки. Естественно, изготовители дают как свою характеристику продукции, так и рекомендации.

Приведем характеристики СОЖ для глубоко сверления в представлении некоторых фирм и компаний.

ООО «Ивхимпром» – старейшее российское предприятие химической отрасли промышленности. Для глубокого сверления рекомендуется ***СОТС ГСВ - 1*** (ТУ 0258-199-05744685-2003). Предназначено для использования при резании конструкционных легированных и коррозионно-стойких сталей на операциях глубокого сверления, протягивания, резьбонарезания. Состав: масляная композиция на основе минеральных масел и присадок, улучшающих противозадирные и смазочные свойства, не имеет в составе хлорсодержащих компонентов. Внешний вид: однородная маслянистая жидкость от светло-коричневого до коричневого цвета.

ОАО «Пермский завод смазок и СОЖ» предлагает большую номенклатуру масляных СОЖ для механической обработки металлов. Для глубокого сверления рекомендуется ***СОЖ МР - 7*** (ТУ 0258-114-00148843-2008)**.** Представляет собой стабилизированную смесь минерального масла с противозадирными, антиокислительными и антикоррозийонными присадками. Применяется при обработке резанием конструкционных углеродистых среднелегированных сталей на операциях точения, фрезерования, сверления, глубокого сверления, растачивания, развертывания, резьбонарезания, в том числе для работы на станках-автоматах. Преимущества продукта: высокие противозадирные свойства, не содержит хлор.

Производственная фирма «Олеокам» существует на российском рынке с 1991 года. Продукция – смазочно-охлаждающие жидкости и технологические присадки. Рекомендуется:

СОЖ МР-3К **(**ТУ 0258-027-27833685-2004) использовать на операциях глубокого сверления, резьбо- и зубошлифования легированных сталей. СОЖ МР-3К представляет собой высокоочищенное минеральное масло, активированное антифрикционными и противозадирными присадками.

СОЖ МР- 4К **(**ТУ 0258-031-27833685-2005) предназначена для применения на операциях глубокого сверления и скоростного точения коррозионностойких, жаропрочных сталей и сплавов, а также алюминиевых и титановых сплавов. Представляет собой высокоочищенное минеральное масло, активированное антифрикционными и противозадирными присадками.

Производственная фирма «Ариан» (Украина) рекомендует для глубокого сверления:

Ариан СОЖ МР - 3*; резание легированных, нержавеющих сталей, сплавов (глубокое сверление, растачивание, резьбо- и зубошлифование).*

Ариан СОЖ МР - 6*; резание титановых, тугоплавких сплавов, высоколегированных, нержавеющих, жаропрочных сталей (глубокое сверление, растачивание, резьбо- и зубошлифование, протягивание); не рекомендуется для обработки меди и сплавов.*

Ариан СОЖ МР - 7*; резание легированных, нержавеющих сталей, сплавов (глубокое сверление, растачивание, резьбо- и зубошлифование, фрезерование). Особенности: можно обрабатывать жаропрочные и высоколегированные стали.*

ЗАО «Завод имени Шаумяна» (С.Петербург) производит присадку *ЛЗ-23М*, которая представляет собой композицию антифрикционных, противоизносных, противозадирных, противопенных присадок в масле, обладает высокими трибологическими характеристиками. ЛЗ-23М предназначена для приготовления масляных смазочно-охлаждающих жидкостей путем введения 20% присадки в масла минеральные различной вязкости. ЛЗ-23М применяется для СОЖ на операциях глубокого сверления, зенкерования, развертывания сталей.

Ротационные соединения
СОЖ
DEUBLIN®
Приглашаем посетить наш стенд №E14 в павильоне 2.2 на выставке «Металлообработка-2010», Москва, Экспоцентр, 24-28 мая.
Среда
Применение
Преимущества
Надежное уплотнение
Беспрепятственное прохождение среды
Незначительное падение давления
Наивысшие точность и качество
Изготовлено компанией DEUBLIN
Сервис по всему миру
Индивидуальный подход
Максимально продленный срок эксплуатации
© ihw.biz 4210
Мы подаем среду в нужном направлении!
Требуйте наши основные каталоги и/или наши специализированные каталоги для различных видов промышленности!
DEUBLIN GmbH, Российское представительство ▪ Дорогобужская ул. 14 стр. 4, 1-й этаж ▪ Москва, 121354, Россия
Тел./факс: +7 (495) 645 30 12 ▪ моб.: +7 (926) 239-94-75 ▪ deublin@oet-goldex.ru ▪ www.deublin.com

ООО «Ойл Трейд» – официальный дистрибьютор смазочных материалов концерна TOTAL (Франция). Предлагаются масла для наиболее сложной механической обработки металлов, среди которых для глубокого сверления предлагается средство ***VALONA MS 7009*** **-** используется при механической обработке твердых, нержавеющих, жаропрочных сталей и титановых сплавов в процессах глубокого сверления, скоростной обработки резанием, фрезерования, токарных работ, нарезки резьбы.

Завод «Азмол» представляет масляные СОЖ и технологические смазки, среди которых для глубокого сверления рекомендуются:

- *СОЖ МР-3* **-** применяется при обработке резанием конструкционных легированных и нержавеющих сталей на операциях сверления, глубокого сверления отверстий диаметром до 30 мм, растачивания, резьбо- и зубошлифования. Подача в зону резания производится поливом или под давлением.

- *СОЖ МР-7В* **-** применяется при обработке резанием углеродистых, легированных, нержавеющих и жаропрочных сталей на операциях точения, сверления, глубокого сверления отверстий диаметром свыше 30 мм, фрезерования, резьбонарезания и автоматной обработки. Ограниченно применяется при обработке меди и ее сплавов. Подача в зону резания производится поливом или под давлением.

Дальневосточная Нефтяная Компания представляет ряд СОЖ, среди которых рекомендуется для глубокого сверления ***OL Acticut ME 15*** **-** высокоэффективная СОЖ, специально разработанная для применения в процессах глубокого сверления и обработки резанием стальных сплавов, при которых возникают большие силы резания (прошивка, нарезание зубьев, нарезание резьбы и др.). Благодаря своим реологическим характеристикам обладает хорошими моющими и охлаждающими свойствами. Способствует увеличению ресурса инструмента и обеспечивает исключительное качество обрабатываемой поверхности. Не рекомендуется применять при обработке резанием цветных металлов.

Для примера, в таблице даны основные физико-химические свойства СОЖ марки МР – 3К. Эти характеристики следует иметь ввиду при назначении СОЖ, поскольку существуют определенные особенности в применении СОЖ различных марок при глубоком сверлении. Это касается, прежде всего, характера изменения некоторых исходных характеристик СОЖ в процессе сверления, в частности из-за их нагрева и изменения вязкости. Имеющиеся данные [1] испытаний СОЖ позволят оценить характер возможных изменений параметров некоторых марок СОЖ и их влиянии на процесс сверления.

Кроме рассмотренных функциональных свойств, СОЖ не должна вызывать коррозию поверхностей деталей, иметь невысокую стоимость. СОЖ должна способствовать повышению стойкости инструмента и быть безвредной для рабочих. Особое внимание при этом должно уделяться очистке СОЖ от мелких частиц стружки и продуктов изнашивания инструмента. Очистка необходима также для повышения качества обработанной поверхности. Для очистки СОЖ используют магнитные сепараторы и различные фильтры, а также проводят периодическую очистку баков от отстоя, образующегося при неработающем станке.

П.П. Серебреницкий

Технические данные СОЖ МР- 3К
(ТУ 0258-027-27833685-2004 , поставка фирмы «Олеокам»)

Наименование показателя	Норма	Метод испытаний
1. Внешний вид	Прозрачная маслянистая жидкость коричневого цвета	По ГОСТ 6243 Раздел 1
2. Вязкость кинематическая при 50°С, мм²/с (сСт), в пределах	10 ,00...15,00	По ГОСТ 33
3. Плотность при 200С, кг/м³, в пределах	850...915	По ГОСТ 3900
4. Температура вспышки в открытом тигле, 0С, не ниже	125	По ГОСТ 4333
5. Массовая доля воды, %, не более	Отсутствие	По ГОСТ 2477
6. Массовая доля серы , %, не менее	2,0	По ГОСТ 1431
7. Число омыления, мг КОН/г, не менее	20	По ГОСТ 21749
8. Массовая доля хлора, %	Отсутствие	По ГОСТ 20242
9. Массовая доля фосфора, %, не менее	0,03	По ГОСТ 9827
10. Кислотное число, мг КОН/г, не более	3,0	По ГОСТ 11362
11. Коррозионное воздействие на медную пластинку М1 или М2 , балл	4а...4с	По ГОСТ 2917
12. Коррозионное воздействие на стальную пластинку марки 40 или 45	Выдерживает	По ГОСТ 2917
13. Массовая доля мех.примесей, %, не более	0,04	По ГОСТ 6370

Гарантийный срок хранения 1 год со дня изготовления

МЕГАТУЛС
МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

Приглашаем Вас посетить наш стенд в павильоне «Форум» на выставке «Металлообработка-2010» г. Москва 24-28 мая

ВЕСЬ СПЕКТР

МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА И ОСНАСТКИ

Полный комплекс инженерно-консультационных услуг в области разработки и оптимизации технологических процессов в металлообработке

197341, Санкт-Петербург, Коломяжский пр., 33
Тел.: (812) 633-07-17 Факс: (812) 633-07-18
e-mail: info@megatools.ru
www.megatools.ru

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАТУПЛЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА ПРИ КРУГЛОМ НАРУЖНОМ ШЛИФОВАНИИ

В процессе механической обработки любой инструмент изнашивается. Износ рабочей поверхности круга при шлифовании является сложным физико-химическим и механическим процессом, протекание которого зависит от условий обработки: характеристики круга, свойств обрабатываемого материала, режима резания и др. Затупление круга наступает в результате обламывания невыгодно расположенных шлифующих зерен, последовательного их расщепления и образования площадок износа, когда зерна теряют свои режущие свойства.

Одним из основных требований к абразивным инструментам на жесткой основе является максимальная степень уравновешенности, равномерная плотность и твердость во всем объеме. Технологические процессы изготовления таких инструментов строятся так, чтобы обеспечить равномерное перемешивание абразивного материала, связки, наполнителей и др. компонентов для получения заданной структуры и твердости с равномерной плотностью и однородными свойствами.

Учитывая то, что абразивные зерна должны быть равномерно распределены по всему режущему слою с одинаковым фактическим расстоянием между соседними зернами (l_q), был **рассмотрен вопрос о расположении абразивных зерен в объеме шлифовального круга**.

Зерна представлены в виде материальных точек, расположенных по вершинам различных по форме правильных многогранников, с помощью которых целиком можно заполнить пространство. Решетки, образованные на базе различных типов многогранников, дают разную степень равномерности заполнения режущего слоя абразивными зернами. Рассмотрены варианты расположения абразивных зерен в пространственной решетке, образованной :

1) кубами – прямоугольная кубическая решетка (**рис. 1**);

2) прямыми правильными трехгранными призмами с длиной всех ребер l_q и с основанием в виде равностороннего треугольника с длиной стороны l_q (**рис. 2**);

3) наклонными трехгранными призмами, которые образованы комбинацией из октаэдров (правильных восьмигранников) и тетраэдров (правильных четырехгранников), все ребра равны l_q (**рис. 3**).

Идеальным по равномерности расположения зерен в объеме шлифовального круга могло бы стать расположение их в решетке, образованной на базе тетраэдров. Однако, одними этими правильными четырехгранниками, все грани которых являются равносторонними треугольниками, заполнить пространство полностью без пустот невозможно.

Таким образом, анализ всех возможных вариантов расположения зерен в объеме шлифовального круга показал, что наиболее равномерным и компактным, следовательно, и наиболее близким к реальным абразивным кругам, является размещение зерен в пространственной решетке, образованной на базе комбинации из правильных четырехгранников (тетраэдров) и восьмигранников (октаэдров).

Очевидно, что для данной схемы параметр пространственной решетки $l_ф$, среднее фактическое расстояние между соседними узловыми точками, зависит от зернистости (*N*) и структуры (*C*) кругов. Учитывая величину зерновой фазы в шлифовальных инструментах – $Ф_a$=2(31 – *C*) и выражение объема, приходящегося на одно зерно для данной структуры, приведенное выше, определен объем, занимаемый непосредственно одним зерном, а отсюда – количество абразивных зерен в единице объема шлифовального круга:

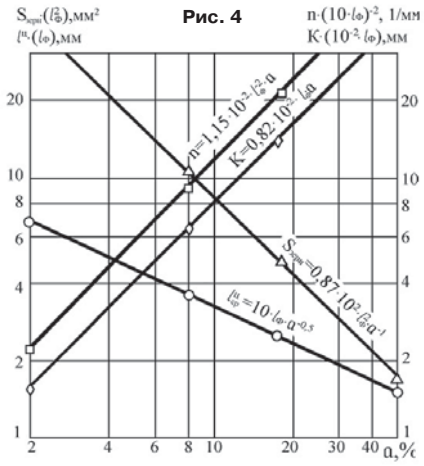
$$n = 1/V_{зерна} = 1{,}67 \cdot 10^4 \cdot N^{-3}(31 - C) \quad (1)$$

Важнейшей задачей в теории шлифования является выявление закономерностей распределения режущих зерен на рабочей поверхности абразивных кругов и определение количества абразивных зерен, участвующих в отделении стружки в каждый данный момент процесса шлифования. При этом необходимо учесть, что исходная рабочая поверхность круга, полученная после правки, в процессе шлифования подвергается износу и соответственно степени износа, меняет свои параметры.

Определим возможное количество узловых точек на рабочей поверхности круга при различных положениях решетки (**рис. 3**).

Рассмотрены три варианта взаимного углового расположения рабочей поверхности абразивного круга и принятой нами пространственной решетки.

После графического (**рис. 4**) обобщения приведенных данных и соответствующей математической обработки получены уравнения, определяющие



связь параметров пространственной решетки с относительным количеством центров зерен (*a*, %), соответствующим различным взаимным угловым положениям рабочей поверхности круга и пространственной решетки.

Среднее расстояние между центрами зерен, расположенными непосредственно на рабочей поверхности абразивного инструмента:

$$l^и_{ср} = 10 l_ф \cdot a^{-0,5} \quad (2)$$

Площадь, занимаемая одним зерном, находящимся на рабочей поверхности инструмента:

$$S_{зерна} = 0{,}87 \cdot 10^2 l_ф^2 a^{-1} \quad (3)$$

Количество зерен, размещающихся на единице площади рабочей поверхности инструмента:

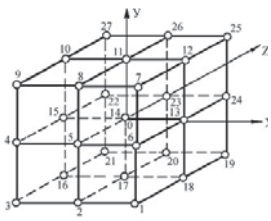
$$n = 1{,}15 \cdot 10^{-2} l_ф^{-2} a \quad (4)$$

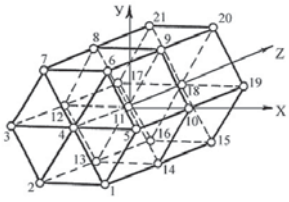
Расстояние между соседними слоями абразивных зерен, расположенными один за другим вглубь от рабочей поверхности абразивного инструмента по нормали к этой поверхности:

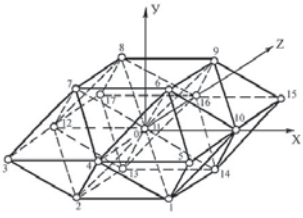
$$K = 0{,}82 \cdot 10^{-2} l_ô \cdot à \quad (5)$$

Из полученного следует, что в зависимости от углового положения рабочей поверхности абразивного инструмента относительно пространственной решетки с абразивными зернами количество центров зерен на этой поверхности теоретически может быть различным, меняясь от 100% до минимума. Однако, чтобы окончательно решить вопрос о количестве и расположении абразивных зерен на рабочей поверхности инструмента необходимо учитывать влияние различных методов правки.

Провели исследование для проверки влияния правки двумя различными методами – точением алмазным карандашом и обкаткой шарошкой с чугунными дисками на изменение параметров рабочей поверхности шлифовального круга с ха-







рактеристикой 25А40ПСМ15К8. После правки тем или другим методами и после шлифования с различной степенью затупления рабочей поверхности круга последний снимался со станка и прокатывался по стеклу с подкладкой из копировальной бумаги. На рабочей поверхности круга оставались хорошо видимые отпечатки на вершинах вступающих абразивных зерен.

После установки круга на биологическом стереоскопическом микроскопе МБС-2 с увеличением в 10 ... 20 раз проводилась фотосъемка фотоаппаратом «ЗЕНИТ-Е» со специальным переходником. По полученным фотоснимкам с нанесенной на них миллиметровой сеткой определялись следующие параметры рабочей поверхности круга:

– удельное количество режущих зерен

$$n = n' / F, \quad (6)$$

где n' – количество зерен на определенной площади F поверхности круга; F - средний размер площади площадок износа на вершинах выступающих (режущих) зерен;

$$F_{u\ cp} = \sum F_u / n', \quad (7)$$

где $\sum F_u$ – суммарная площадь площадок износа на площади F;

– средний диаметр площадки износа (в виде окружности) на вершинах режущих зерен

$$d_{u\ cp} = (4F_{u\ cp} / \pi)^{0,5}, \quad (8)$$

– коэффициент затупления рабочей поверхности круга после правки или после шлифования, (%)

$$K_3 = (\sum F_u / F) \cdot 100, \quad (9)$$

– средневероятное расстояние между соседними режущими зернами (математическое ожидание)

$$\ell_{реж} = M\ell_{реж} = \sum (P_i \cdot \ell_{cpi}), \quad (10)$$

где P_i – вероятность попадания величины ℓ_{cpi} в соответствующий интервал значений $\ell_{реж}$;

– средневероятное расстояние между режущими зернами в направлении вектора скорости резания

$$L = ML = \sum (P_i \cdot L_{cpi}), \quad (11)$$

где $P_i = n_i / m$, n_i, – количество значений L_i, попавших в i-ый интервал значении L из общего количества m замеров значений L.

Результаты исследований приведены в **таблице 1**.

Обобщая все приведенные данные, можно принять, что после правки сразу после начала шлифования с рабочей поверхности круга под действием сил резания удаляются все затупленные зерна и непосредственно в отделении стружек участвуют лишь острые или слегка притупленные зерна.

Таблица 1 Зависимость параметров рабочей поверхности шлифовального круга 25А40ПСМ15К8 от степени затупления

№ п.п.	Условия эксперимента	K_3,%	n, мм$^{-2}$	$F_и$, мм^2	$d_и$, мм	$\ell_{реж}$, мм	L, мм
1.	Правка алмазом	3,17	3,51	0,009	0,102	0,55	1,324
2.	Первая шлифовка после правки алмазом	0,6	1,6	0,004	0,07	1,082	3,52
3.	Вторая шлифовка после правки алмазом	2,74	2,5	0,011	0,115	0,69	2,45
4.	Третья шлифовка после правки алмазом	4,9	3,06	0,016	0,143	0,576	1,36
5.	Правка шарошкой	0,51	1,5	0,0034	0,066	1,06	5,93
6.	Шлифование после правки круга шарошкой	1,55	1,8	0,01	0,113	0,9	4,29

Таблица 2 Сводная таблица взаимозависимостей параметров рабочей поверхности абразивных кругов, брусков, сегментов и других инструментов (без ориентации зерен)

№	Наименование параметров	Взаимозависимость параметров
1	2	3
1	Расстояние между соседними режущими зернами, мм	$\ell_{реж} = 0,44 \cdot (31-C)^{-0,33} \cdot N \cdot a^{-0,5}$ $\ell_{реж} = 0,84 \cdot 10^{-2} \cdot (31-C)^{-0,5} \cdot N^{1,5} \cdot \bar{h}_И^{0,5}$ $\ell_{реж} = 0,1 \cdot (31-C)^{-0,25} \cdot N \cdot K_3^{-0,25}$ $\ell_{реж} = 10^{-3} \cdot (31-C)^{-0,5} \cdot N^2 \cdot d_И^{-1}$
2	Количество режущих зерен на единице площади рабочей поверхности, 1/мм²	$n = 5,94 \cdot (31-C)^{0,66} \cdot N^{-2} \cdot a$ $n = 1,65 \cdot 10^{-4} \cdot (31-C) \cdot N^{-3} \cdot h_И$ $n = 1,15 \cdot 10^{-6} \cdot (31-C) \cdot N^{-4} \cdot d_И^2$ $n = 1,15 \cdot 10^2 \cdot (31-C)^{0,5} \cdot N^{-2} \cdot K_3^{0,5}$
3	Средний диаметр площадок износа на режущих зернах, мм	$d_И = 0,12 \cdot N^{0,5} \cdot h_И^{0,5}$ $d_И = 10^{-2} \cdot (31-C)^{-0,25} \cdot N \cdot K_3^{0,25}$ $d_И = 0,24 \cdot 10^{-2} \cdot (31-C)^{-0,17} \cdot N \cdot a^{0,5}$
4	Коэффициент затупления рабочей поверхности инструмента, %	$K_3 = 0,27 \cdot 10^{-2} \cdot (31-C)^{0,33} \cdot a^2$ $K_3 = 2 \cdot 10^4 \cdot (31-C) \cdot N^{-2} \cdot h_И^2$ $K_3 = 10^8 \cdot (31-C) \cdot N^{-4} \cdot d_И^4$
5	Радиальный износ рабочей поверхности инструмента, мм	$h_И = 0,36 \cdot 10^{-3} \cdot (31-C)^{-0,33} \cdot N \cdot a$ $h_И = 0,71 \cdot 10^{-2} \cdot (31-C)^{-0,5} \cdot N \cdot K_3^{0,5}$ $h_И = 70 \cdot N^{-1} \cdot d_И^2$

Общая сводка зависимостей параметров рабочей поверхности абразивных инструментов от износа при шлифовании приведена в **таблице 2**.

Можно сделать вывод, что переход от применявшихся до сих пор стохастических моделей абразивных кругов, базирующихся на достаточно спорной гипотезе распределения режущих зерен относительно связки, к новым квазитерминированным моделям, полностью себя оправдал благодаря переводу получаемых моделей из разряда случайных, неопределенных гипотез в разряд упорядоченных законов физики и термомеханики.

Калинин Е.П., Правдик М.В.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Е.П.Калинин, «Теория и практика управления производительностью шлифования без прижогов с учетом затупления инструмета», Санкт-Петербург, издательство Политехнического университета, 2009 г.

2. Е.Н.Маслов, «Теория шлифования материалов», Москва, «Машиностроение», 1974 г.

3. В.В.Лоскутов, «Шлифование металлов», Москва, «Машиностроение», 1985г.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОБОРОТА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Предлагаемые вниманию читателя материалы являются продолжением цикла статей (РИТМ №№ 46,47), посвященных проблемам создания автоматизированной системы управления производством (АСУП) и касаются системы оборота режущего инструмента, которая является составной частью (подсистемой) АСУП.

Одним из важных условий повышения эффективности производства является рациональная организация инструментального хозяйства. От качества и технологичности инструмента, от грамотной организации обеспечения им рабочих мест и объема затрат существенно зависят технико-экономические показатели предприятия. **Инструментальное хозяйство предприятия** представляет собой совокупность отделов и цехов, занятых проектированием, приобретением, изготовлением, ремонтом и восстановлением режущего инструмента (**РИ**), а также его учетом, хранением и выдачей в цеха и на рабочие места.

Оборотом режущего инструмента в сфере производства назовем порядок эксплуатации режущего инструмента от момента заказа на приобретение до момента его списания и утилизации.

Предприятия с парком металлообрабатывающего оборудования численностью порядка двухсот единиц используют тысячи единиц инструмента. В таких случаях необходимо создание автоматизированной системы оборота режущего инструмента (**АСОРИ),** которая, с минимальными затратами ручного труда, даст полную информацию о фазах эксплуатации режущего инструмента.

Назначение АСОРИ:

- формирование заказа на приобретение;
- обеспечение текущего производства;
- определение стоимости на этапе составления контракта на поставку продукции;
- списание режущего инструмента с учёта.

Принципы построения системы оборота режущего инструмента

Система построена по последовательно параллельному принципу**.** Блок формирования данных состоит из двух каналов преобразования информации, обеспечивающих работу различных подсистем системы, входящих в состав АСОРИ.

Первый канал создает главную базу РИ (ГБРИ) на основании технологических процессов* изготовления всех деталей, использующих конкретный режущий инструмент.

Примечание*: сам по себе технологический процесс является вторичным документом по отношению к комплекту конструкторской документации (ККД). Оба документа не входят в состав* АСОРИ.

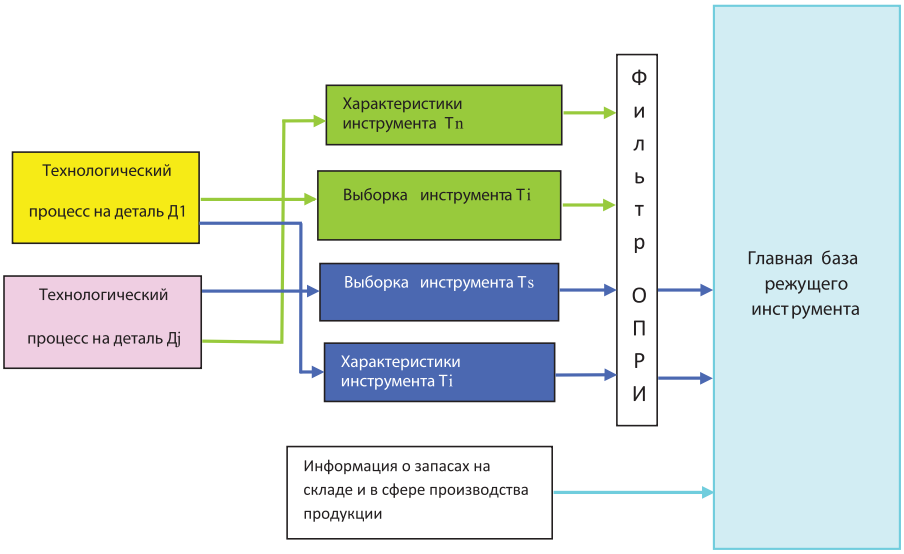


Рис.1 Схема формирования ГБРИ

ГБРИ (**таблица 1**) – электронная таблица, каждая строка которой несет информацию о конкретном типе инструмента. Строку можно назвать элементом базы данных инструмента.

Принцип формирования ГБРИ заключается в выборке из множества технологических процессов типа используемого инструмента и помещение его в таблицу с указанием характерных признаков.

В таблицу могут быть добавлены иные характеристики, при условии, что они относятся к конкретному инструменту (**столбцы 7,8,.....**)

Процесс создания ГБРИ растянут по времени, с фиксированной точкой начала (момент разработки технологического процесса на первую деталь) и продолжающийся на протяжении всей деятельности производства.

Создание ГБРИ тесно связано с созданием другого документа – ограничителя применяемого режущего инструмента (**ОПРИ**).

ОПРИ – документ, ограничивающий перечень **РИ,** используемого при разработке новых технологических процессов. Этот документ призван ограничить номенклатуру используемого инструмента, что существенно сократит затраты на подготовку производства и время ее проведения. По сути своей роль ограничителя выполняет первый столбец **таблицы 1**.

Функциональная схема формирования ГБРИ приведена на **рисунке 1**.

Более подробно остановимся на методике определения параметра **P** – расход инструмента.

Со времен плановой экономики в единичном, мелкосерийном и опытно–серийном производстве для определения расхода инструмента применяется статистический метод, который базируется на отчетных данных за прошлый период либо расчетный. Общезаводской запас инструмента на центральном инструментальном складе (**ЦИС)** складывается из суммы текущего и страхового запасов. **Текущий запас**

Таблица 1 Главная база режущего инструмента

1	2	3	4	5	6	7	8
Тип режущего инструмента T (i – s)	Производитель	Изготавливаемые детали (от Д1до Дj)	Расход на изготовление деталей (от Р1до Рj)	Запас на складе инструмента	Количество в сфере производства продукции		

Таблица 2 Количественно – временные характеристики выпускаемых деталей

1	2	3
Наименование детали (от Д1до Дj)	Количество От $N_{Д1}$ до $N_{Дj}$	Начало изготовления От $t_{Д1}$ до $t_{Дj}$

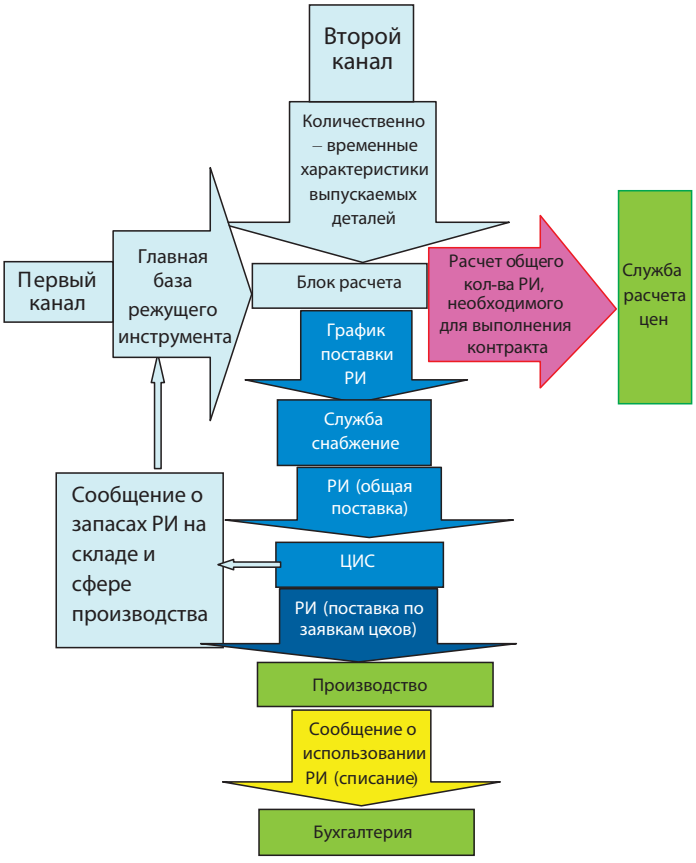
предназначен для постоянного планового пополнения цеховых оборотных фондов инструментом за счет изготовления на предприятии или закупок на специализированных инструментальных заводах. **Страховой запас** предназначен для снабжения цехов на случай срыва поставок инструмента. На предприятии каждому цеху устанавливался лимит по каждому типоразмеру инструмента на определенный отрезок времени. Величина лимита зависела не столько от качества расчетов потребности, сколько от характера взаимоотношений начальника цеха и инструментального хозяйства.

Предлагается величину **Р** определять расчетным методом с использованием характеристик инструмента, обрабатываемого материала и параметров резания.

Второй канал определяет количественно-временные характеристики выпускаемых деталей. Исходной информацией для второго канала являются контрактные обязательства предприятия, трансформированные в область «деталь – количество – сроки выполнения». Вид информации, которую формирует канал, представлен в **таблице 2**.

Изобразим на **рисунке 2** функциональную схему автоматизированной системы оборота режущего инструмента.

При необходимости можно построить еще ряд подсистем (например, систему контроля за переточкой инструмента и нанесения упрочняющего покрытия), но все они будут построены по выше изложенным принципам.



Общая часть (голубой цвет) является ядром системы, поскольку обеспечивает работу всех подсистем. Каждая подсистема выполняет конкретную задачу (имеет конечного потребителя).

В предлагаемом варианте функциональной схемы присутствует система: расчета потребного количества РА для выполнения конкретного контракта; обеспечения производства РИ; контроля за списанием РИ.

Рис. 2. Функциональная схема автоматизированной системы оборота режущего инструмента

В качестве примера работы подсистемы рассмотрим алгоритм действия обеспечения производства режущим инструментом **Тк**.

Для решения этой задачи необходимо знать:

- перечень деталей, подлежащих выпуску (Д1-Дj);
- **Тк** - тип режущего инструмента;
- **N -** количество деталей (Д1-Дj);
- **Р** - расход инструмента на изготовление одной детали Р (Д1-Дj);
- график поставки **РИ** для изготовления деталей **(Д1(t)-Дj(t)).**

Разобьем период t на временные интервалы:

$$t = \Delta t1 + \ldots \Delta tn$$

Рассмотрим интервал Δ **t1**: необходимо изготовить детали типа **Д1, Д2, Дк** с количествами $N1_{д1}$; $N2_{д2}$; $NK_{дк}$.

Общая потребность в РИ на этом интервале вычисляется по формуле:

$$\sum P(\Delta t1) = P_{д1} * N1_{д1} + P_{д2} * N2_{д2} + P_{дк} * NK_{дк}$$

Аналогичным образом определяется значение для иных временных отрезков

$$t = \Delta t1 + \ldots \Delta tn$$

В заключение хотелось бы отметить, что целью проекта было создание автоматизированной системы оборота режущего инструмента. Мы показали модель построения системы, схемы функционирования ее подсистем.

Б.В. Големенцев
Заместитель генерального директора
– генерального конструктора
заслуженный конструктор РФ
Д.Е. Лохтина
Ведущий инженер
ОКБ «Новатор» имени Люльева Л.В.

ТЕХНОЛОГИИ И ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Компания TaeguTec уже более десяти лет поставляет производителям ветроэнергетических установок комплексные технологические решения для обработки деталей, в результате внедрения которых получены впечатляющие результаты.

Сегодня восстанавливаемые природные ресурсы как никогда необходимы для получения энергии. Именно поэтому ветроэнергетика становится наиболее востребованным и быстро развивающимся направлением научно-технического прогресса для получения безопасной и дешевой энергии. Экономические показатели ветроэнергетики, а также совершенство конструкции и технический уровень производства энергетических установок увеличивают эффективность использования энергии ветра как альтернативного источника энергии.

Соответствуя требованиям времени, **TaeguTec** успешно применяет свои решения для изготовления сложнейших деталей ветроустановок, что позволяет специалистам увеличить объем их производства и снизить себестоимость без значительных инвестиций.

Инженерный Центр «ТаТехнология» обладает полным объемом информации об инструменте, режимах обработки, оборудовании и оснастке для производства любой детали ветроустановок различных мощностей и размеров. В качестве иллюстрации к сказанному приведем некоторые примеры комплексных решений **TaeguTec** для изготовления реальных образцов.

Деталь – ступица ветряка модели **«Viking»** (Дания). **Обрабатываемый материал** – высокопрочный чугун ВЧ40. **Операция** – фрезерование привалочных поверхностей контура ступицы (**рис. 1**).

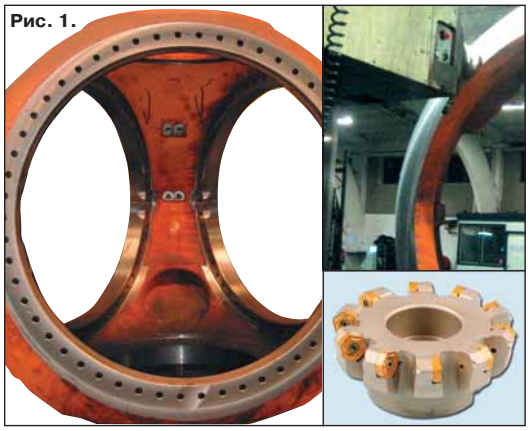


Рис. 1.

При обработке данного элемента используется высокопроизводительное и экономичное решение **TaeguTec** – фрезы серии **Z-Mill Plus**. Ранее заказчик использовал фрезы диаметром 125 мм с углом в плане 45 градусов со сменной квадратной пластиной. В процессе испытаний инструмента **TaeguTec** главным моментом, на который обратили внимание специалисты заказчика, является разница в количестве режущих кромок пластины – 12 у **TaeguTec** против 4 конкурента! Следующим преимуществом **TaeguTec** было достигнутое в процессе испытаний повышение производительности в результате увеличения подачи с 3000 мм/мин до 4560 мм/мин. При этом процесс резания происходил мягко (без вибраций). А стойкость режущей пластины возросла с 2 до 5 деталей на кромку! Таким образом заказчик получил:

- повышение производительности;
- увеличение стойкости инструмента в пересчете на кромку более чем на 200%;
- снижение нагрузки на станок и более качественную поверхность после обработки;
- значительную экономию затрат на инструмент.

Деталь – несущая рама ветроэнергетической установки модели 3MW Siemens (Германия). **Обрабатываемый материал** – высокопрочный чугун ВЧ40. **Операция** – фрезерование отверстия после предварительного сверления (**рис. 2**).

Рис. 2

На данной операции заказчик ранее использовал концевой инструмент с большим вылетом. Повысить глубину резания или подачу при круговой интерполяции не представлялось возможным, т.к. возникали значительный шум и вибрация, которые влекли за собой повышенный износ или поломку инструмента. Поэтому обработка данного отверстия концевым инструментом составляла 24 минуты. **TaeguTec** предложил использовать серию торцевых фрез **ChaseFeed**. Они спроектированы для работы на высоких подачах и небольших глубинах резания. Применение данных фрез свело время обработки одного отверстия к 3-м минутам. Таким образом заказчик получил:

- повышение производительности в 8 раз;
- увеличение стойкости инструмента за счет использования пластин с механическим креплением взамен монолитного твердосплавного;
- экономию затрат на инструмент за счет увеличения стойкости инструмента и т.д.

Деталь – несущая рама ветроэнергетической установки модели 3MW Siemens (Германия). **Обрабатываемый материал** – высокопрочный чугун ВЧ40. **Операция** – фрезерование паза с радиусом 25 мм (**Рис. 3**).

На данной операции заказчик из США ранее использовал сферическую кукурузную фрезу диаметром 50 мм. Необходимый паз выполнялся за 7 проходов, а общее время обработки составляло 14 минут. В качестве решения задачи специалисты **TaeguTec** разработали специальную сферическую фрезу кукурузного типа диаметром 100 мм и радиусом вершины 25 мм.

	Прежняя технология Стандартный инструмент от TaeguTec ST 32-TBE30	Новый инструмент TaeguTec
Тип		Рис. 3
Скорость резания (м/мин)	250	250
Подача (мм/мин)	2,500	1,200-1,500
Время обработки	14 минут (всего 7 проходов)	4 минуты (1 проход)

При фрезеровании инструментом **TaeguTec** скорость резания была сохранена, но подача уменьшена на 50%. Это позволило уменьшить нагрузку на станок при увеличении количества зубьев. Несмотря на то, что подача была уменьшена, специальная геометрия фрезы позволила выполнить одновременно черновую и финишную операцию всего за один проход, что составило 4 минуты.

Таким образом заказчик получил:

- повышение производительности в 3,5 раза;
- уменьшение затрат на инструмент в год на 15100,00 Евро (только по данной операции).

Деталь – ступица ветряка модели **«Viking»** (Дания). **Обрабатываемый материал** – высокопрочный чугун ВЧ40. **Операция** – сверление и расточка комбинированного отверстия под болтовое соединение (**рис. 4**).

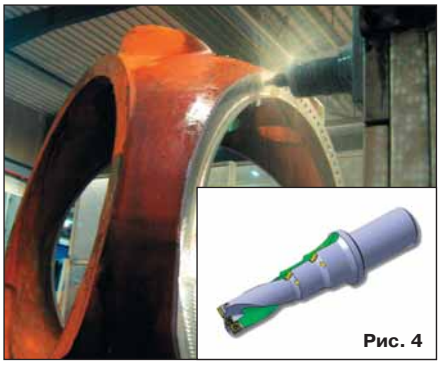


Рис. 4

На данной операции ранее использовалось 2 типа инструмента: сверла со сменными головками (скорость V 133 м/мин (N 1600 об/мин), подача f 0,875 мм/об (F 1400 мм/мин) и расточные оправки для внутренней расточки отверстия (скорость V 133 м/мин (N 1600 об/мин), подача f 0,75 мм/об (F 1200 мм/мин). **TaeguTec,** в свою очередь, разработал и изготовил специальное комбинированное сверло, которое за один проход выполняло одновременно операцию сверления и расточки (скорость V 216 м/мин (N 2600 об/мин), подача f 0,53 мм/об (F 1400 мм/мин). В результате заказчик получил:

- снижение затрат на инструмент;
- увеличение производительности более чем в 2 раза;
- стабильное и ненагруженное резание, которое не требует дополнительных операций по доработке отверстия.

Как видно из примеров, которые можно продолжать, решения **TaeguTec** позволяют добиваться высоких результатов в производстве ветроэнергетических установок. Инструмент **TaeguTec** используют такие лидеры отрасли как: General Electric (США), Vestas (Дания), Gamesa (Испания), Enercon и Siemens (Германия), а также ряд корейских компаний: Unison, Hyosung, DOOSAN Heavy Industries, HANJIN Industry.

Работая во всех областях машиностроения, **TaeguTec** прилагает максимум усилий для производства лучших продуктов и лучших концепций инструмента для каждого отдельного заказчика, поддерживая имидж компании, которая концентрируется на увеличении производительности и уменьшении затрат на инструмент.

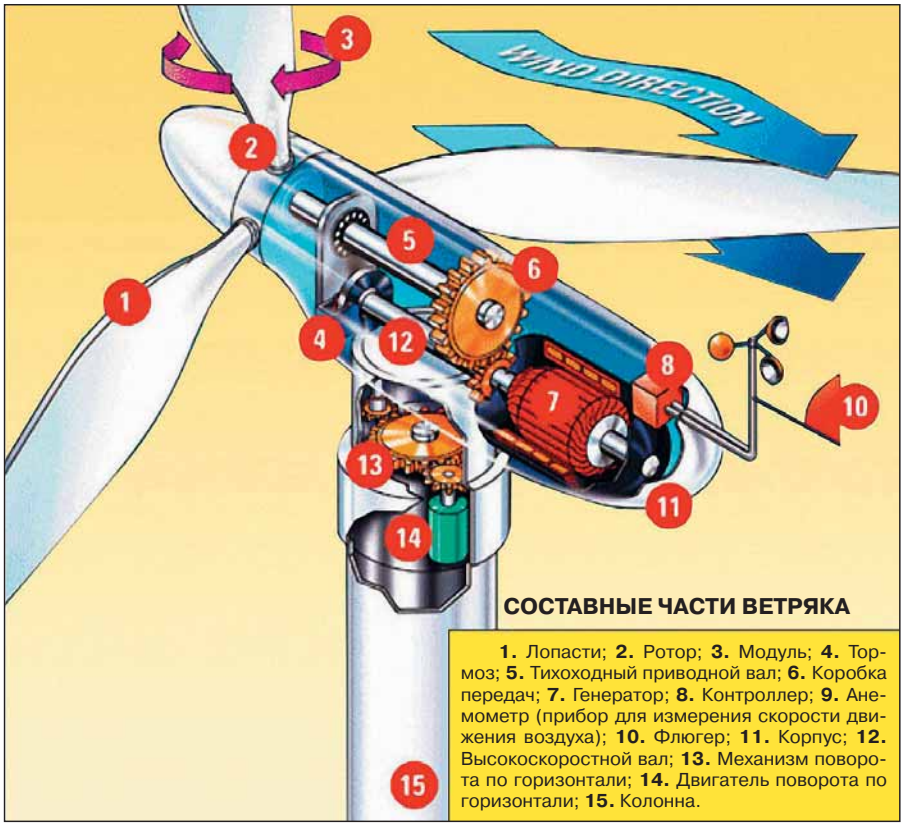
Поддерживая политику и развивая достижения компании-производителя **TaeguTec**, специалисты **ИЦ «ТаТехнология»** готовы оказать технологическую поддержку и грамотную консультацию в подборе необходимого инструмента. К услугам наших заказчиков — высококвалифицированный штат технологов и логистов (более 20 человек), оперативный склад инструмента в Ростове-на-Дону, а также поставки из Южной Кореи — через представительство в Москве 2 раза в неделю.

Предлагаем организовать проведение технологических семинаров на территории заказчика либо в нашем испытательном центре в соответствии с заявленной темой в области металлообработки.

Инженерный Центр «ТаТехнология»

ТаТехнология
ИНЖЕНЕРНЫЙ ЦЕНТР

344091, г. Ростов-на-Дону
ул. Краснодарская 2-я, 133 / 35
тел./факс (863) 2711389
e-mail: td@ta-t.ru
http://www.ta-t.ru



СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ ВЕТРЯКА

1. Лопасти; **2.** Ротор; **3.** Модуль; **4.** Тормоз; **5.** Тихоходный приводной вал; **6.** Коробка передач; **7.** Генератор; **8.** Контроллер; **9.** Анемометр (прибор для измерения скорости движения воздуха); **10.** Флюгер; **11.** Корпус; **12.** Высокоскоростной вал; **13.** Механизм поворота по горизонтали; **14.** Двигатель поворота по горизонтали; **15.** Колонна.

Федеральная служба по военно-техническому сотрудничеству • Государственная корпорация "Ростехнологии"
при поддержке: Администрации Президента РФ • Правительства РФ • Министерства обороны РФ • Правительства Москвы
Правительства Московской области • ФГУП "Рособоронэкспорт" • Союза машиностроителей России

ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ 2010

30 июня – 4 июля 2010 г.
Москва • Жуковский,
аэродром Раменское • ТВК «Россия»

В рамках Деловой программы:

Пленарное заседание «Техническая и технологическая модернизация машиностроительного комплекса – основа развития экономики страны»

Конференции:

- «Оснащение Коллективных сил оперативного реагирования ОДКБ современными образцами вооружения и специальной техники»
- «Прогнозирование перспективных направлений развития машиностроения и выработка стратегий реализации проектов развития»
- «Формирование инвестиционного климата в машиностроительной отрасли»
- Международный форум «Беспилотные многоцелевые комплексы»

В рамках Выставочной программы:

Международная выставка по технологиям в машиностроении
«ИНТЕРМАШ-2010»

IV Международный Салон вооружения и военной техники «МВСВ-2010»

Международная выставка
«АЭРОСПЕЙС-2010»

Международная выставка
«Беспилотные многоцелевые комплексы UVS-TECH 2010»

На полигоне Форума - показ новинок вооружения, военной и специальной техники

ДИРЕКЦИЯ ФОРУМА: 119048 МОСКВА УЛ. ЕФРЕМОВА 12, СТРОЕНИЕ 2
КОНТАКТНЫЙ ЦЕНТР, ТЕЛ. +7 499 929 5138
WWW.FORUMTVM.RU • E-MAIL: INFO@FORUMTVM.RU

При поддержке Департамента поддержки и развития малого и среднего предпринимательства города Москвы

МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ПРОМЫШЛЕННОЙ СУБКОНТРАКТАЦИИ И ПАРТНЕРСТВА

ЭКСПОЦЕНТР

БИРЖА СУБКОНТРАКТОВ
в рамках выставки «Металлообработка – 2010»

27 МАЯ 2010 МОСКВА
ЭКСПОЦЕНТР

БИРЖА СУБКОНТРАКТОВ:
КРУПНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЗАКАЗЫ ПО НАПРАВЛЕНИЯМ:

- Токарная, фрезерная обработка
- Координатно-расточные работы
- Изготовление пресс-форм, штампов
- Плоское и круглое шлифование
- Лазерная/плазменная резка, раскрой и гибка
- Штамповка
- Изготовление нестандартного оборудования
- Литьё пластмасс
- Нанесение порошковых покрасочных покрытий
- Изготовление металлических корпусов
- Мебельная фурнитура
- Пружины растяжения и сжатия
- Шестерни, шлицевые валы, зубчатые венцы
- Печатные платы
- Элементы промышленной автоматики
- Пластмассовые и резиновые изделия
- **Другие виды продукции по чертежам заказчика**

В течение 2009 года проведены 7 «Бирж субконтрактов». Общий объем заказов, представленных на «Биржах субконтрактов» в 2009-м году превысил 2,2 миллиарда рублей.

Результат для заказчиков:

- Экономия времени на поиск поставщиков – субконтракторов и расширение охвата
- Выбор лучших предложений по цене, снижение затрат
- Снижение рисков и выбор наиболее подготовленных поставщиков
- Снижение трудо-временных затрат по поиску и предварительному отбору

Результат для поставщиков:

- Крупные заказы для дозагрузки производства

• ПРЕЗЕНТАЦИОННАЯ ПЛОЩАДКА
• СЕМИНАР «Повышение конкурентоспособности малых и средних производственных предприятий на рынке субконтрактных поставок»

ПОДРОБНАЯ ИНФОРМАЦИЯ:
subcontract.ru (495) 234-53-76

ufi Всемирная ассоциация выставочной индустрии
Российский союз выставок и ярмарок
Торгово-промышленная палата РФ

УГОЛЬ и МАЙНИНГ РОССИИ 2010

17-я Международная специализированная выставка технологий горных разработок.

Июнь 1-4, 2010
Новокузнецк / Россия

Специализированная выставка: "ОХРАНА, БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА и ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ"

Организаторы
Кузбасская ярмарка KUZBASS FAIR

ИНФОРМАЦИОННЫЙ СПОНСОР
ЖУРНАЛ УГОЛЬ

ул. Орджоникидзе, 11
г. Новокузнецк
Кемеровская обл.
РФ, 654006
т./ф.: 46-63-72, 46-49-58
e-mail: ugol@kuzbass-fair.ru
http://www.kuzbass-fair.ru

Messe Düsseldorf

19-21 МАЯ 2010
Москва
Гостиный Двор

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ
«МОРСКАЯ ИНДУСТРИЯ РОССИИ»

КРАТКАЯ ТЕМАТИКА ФОРУМА:

- Судостроение и судоремонт
- Судовые энергетические установки, энергооборудование
- Судовые системы навигации, управления и связи
- Судовое оборудование и устройство
- Морские и речные порты
- Строительство водных путей и гидротехнических сооружений
- Отраслевые услуги

ОСОБЕННОСТИ ФОРУМА:

- Специальные программы по организации бизнес-встреч участников и посетителей Форума
- Участие международных бизнес-делегаций на правительственном уровне
- Информационно-презентационная поддержка компаний, представляющих инновационное оборудование отечественных производителей
- Программа для регионов – «Региональный партнер Форума»
- Программы для иностранных партнеров – «Стратегический партнер Форума»

ПО ВОПРОСАМ УЧАСТИЯ В ФОРУМЕ ОБРАЩАЙТЕСЬ:
Россия 107045 Москва, Колокольников пер., д. 22, стр. 5
Тел./факс: +7 (495) 628-36-98, www.mir-forum.ru
e-mail: info@me-ex.ru, forum@mir-forum.ru

Официальная поддержка и организаторы:
Морская Коллегия при Правительстве РФ
Министерство промышленности и торговли РФ
Министерство транспорта РФ
Правительство Москвы
Объединенная судостроительная корпорация
Российский союз промышленников и предпринимателей
МетаЛексо

Мир Морская индустрия России

ОБОРОНА И ЗАЩИТА 2010

VI МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОБОРОНЫ И ЗАЩИТЫ

14-17 июля

ФКП «НИЖНЕТАГИЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИСПЫТАНИЯ МЕТАЛЛОВ»

НИЖНЕТАГИЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ДЕМОНСТРАЦИОННО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

тел.: (3435) 43-90-20, 47-52-05;
факс: (3435) 43-90-11, 47-53-29;
e-mail:qdvc@ntiim.ru

www.ntiim.ru

выставки MVK www.mvk.ru

на правах рекламы

РОССИЯ, МОСКВА, ЭЦ «СОКОЛЬНИКИ»

12–15 октября 2010

СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ОБОРУДОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИИ

weldex РОССВАРКА

www.weldex.ru

10-я Юбилейная Международная выставка

ufi Approved Event

Проверено FKM

WELDEX РОССВАРКА

Дирекция выставки: тел./факс: (495) 925-34-82; e-mail: mns@mvk.ru

Организатор: ЗАО «Международная Выставочная Компания»

При поддержке: ММАГС, Правительства Московской области, Министерства Промышленности и Торговли РФ

Под патронатом: Торгово-промышленной палаты РФ, Правительства Москвы, Московской Торгово-промышленной палаты

При содействии: Эксаф, European Welding Association

Генеральный информационный спонсор: Журнал «Сварочное производство»

Информационные спонсоры: Сварщик, TM, мир металла

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА ЗАО «МВК»:
МВК УРАЛ: (343) 371-24-76,
МВК ВОЛГА: (843) 291-75-89

ВЫСТАВКА

12-15 октября

ЭКСПО-ВОЛГА
организатор выставок с 1986 г.

САМАРА-2010

9-я международная специализированная выставка

ПРОМЫШЛЕННЫЙ САЛОН

- МАШИНОСТРОЕНИЕ
- СТАНКОСТРОЕНИЕ
- ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЕ
- МЕТАЛЛООБРАБОТКА
- МЕТАЛЛОИЗДЕЛИЯ
- ИНСТРУМЕНТЫ И ОСНАСТКА
- МЕТРОЛОГИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ
- СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ

Выставочный центр "ЭКСПО-ВОЛГА"
443110 г. Самара, ул. Мичурина, 23А
тел./факс: +7(846) 279-04-90, 270-34-11
E-mail: prom@expo-volga.ru
www.promsalon.ru

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ: Министерства промышленности, энергетики и технологий Самарской области

ПОД ПАТРОНАЖЕМ: ТПП РФ

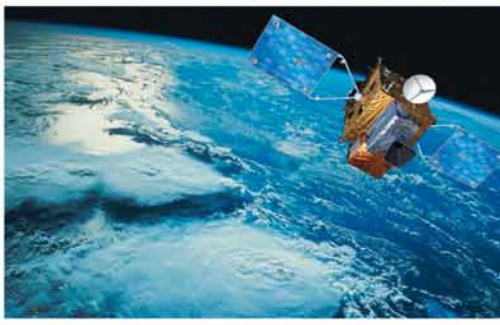
ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЁР

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПАРТНЁРЫ: РИТМ, Индустрия, Станки, elec.ru, Время, Конструктор машиностроитель, Волга-Бизнес, Тяжелое машиностроение, Рынок оборудования, Сталочный парк, Рынок, Blinf.com, Промышленная Волга

Российская промышленная неделя

28 сентября – 01 октября 2010

Москва, Всероссийский выставочный центр, павильон 75



Модернизация Российской промышленности– стратегия развития отечественной экономики

РОССИЙСКАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ НЕДЕЛЯ – широкомасштабное многоотраслевое мероприятие федерального уровня, призванное содействовать реализации задач по модернизации отечественной промышленности, созданию инновационной наукоемкой высокотехнологичной продукции.

В рамках **РОССИЙСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ НЕДЕЛИ** состоятся:

ВСЕРОССИЙСКАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА

Выставка продемонстрирует результаты и перспективы реализации стратегии развития отечественной промышленности, определенные главными векторами государственной политики.

ВСЕРОССИЙСКИЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ КОНГРЕСС «Развитие промышленного потенциала России»

В рамках конгресса состоятся научно-практические конференции, панельные дискуссии, круглые столы, презентации с участием представителей федеральной и региональной власти, бизнес сообщества, российской науки и общественных организаций.

ОРГАНИЗАТОРЫ:

Министерство промышленности и торговли Российской Федерации
ОАО «ГАО «Всероссийский выставочный центр»
ЗАО «Объединение выставочных компаний «БИЗОН»

Контакты:
Тел./факс: (495) 981-92-51, 981-92-57
E-mail: vp@Vvcentre.ru

Контакты:
Тел/факс: (495) 937-40-81, 937-40-82
E-mail: info@idelf.ru

WWW.RUSPROMEXPO.RU **WWW. INDUSTRIAL-EXPO.RU**

ИТАЛИЯ

на выставке

Приглашаем посетить итальянскую коллективную экспозицию

24-27 мая 2010

Выставочный комплекс на Красной Пресне ЭКСПОЦЕНТР,
Москва, Краснопресненская наб.14,

павильон 7, зал 4

ITALIA
Институт внешней торговли Италии

AMAFOND

Ассоциация итальянских производителей
оборудования и материалов для литейного производства

Для справок: Посольство Италии, Отдел по развитию торгового обмена (ИЧЕ) – 123610 Москва, Краснопресненская наб., 12, офис 1202
Тел. (495) 9670275/77/78, факс (495) 9670274/79, e-mail: mosca@ice.it, www.italtrade.com.rossija

МАШИНЫ ТЕПЛОВОЙ РЕЗКИ

MESSER
Cutting & Welding
since 1898

OmniMat®

MultiTherm®

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