

# РИТМ

МАШИНОСТРОЕНИЯ

'10  
2017

ОБУЧЕНИЕ КЛИЕНТОВ  
КАК КОНКУРЕНТНОЕ  
ПРЕИМУЩЕСТВО (стр. 14)



**PH HORN PH**

**JUNKER  
GROUP**

МЫ ЖЕЛАЕМ ВАМ СЧАСТЛИВОГО НОВОГО ГОДА  
И РОЖДЕСТВА! ПУСТЬ ЭТОТ ГОД БУДЕТ  
УСПЕШНЫМ ДЛЯ ВСЕХ НАЧИНАНИЙ И СТРЕМЛЕНИЙ

Шлифовальные станки премиум-класса –  
столь же индивидуальны, как и ваши требования



**ФИЛИАЛ АКЦИОНЕРНОГО ОБЩЕСТВА  
«ЭРВИН ЮНКЕР ГРИНДИНГ ТЕКНОЛОДЖИ А.С.»**

Проспект Толбухина, д. 17/65  
150000 г. Ярославль  
Российская Федерация

+7 (4852) 20 61 21  
info@junker-russia.ru

[www.junker-russia.ru](http://www.junker-russia.ru)

 **JUNKER** ■  
partner for precision

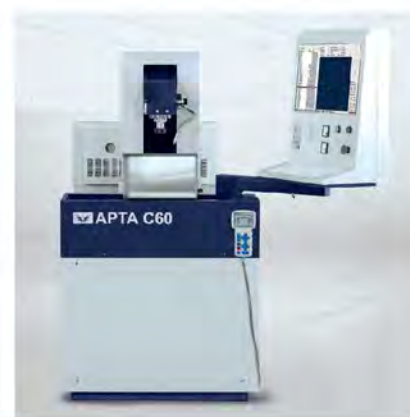


# АРТА®

## ЭЛЕКТРОИСКРОВЫЕ СТАНКИ И ТЕХНОЛОГИИ

СДЕЛАНО  В РОССИИ

- **25 лет опыта** в разработке, совершенствовании и изготовлении сложного прецизионного оборудования для электроэрозионной обработки материалов
- **Эффективное применение** для широкого спектра задач электроэрозии: изготовление штампов, пресс-форм, инструмента, различных специальных изделий, микроэрозионная обработка ультратонкими электродами и многое другое
- **Все станки АРТА на 100% производятся** на заводе НПК «Дельта-Тест» в России – от механической обработки станин и деталей до сборки станочных модулей, ЧПУ-генераторов и испытаний комплексов



**Научно-Промышленная Корпорация «ДЕЛЬТА-ТЕСТ»**

РОССИЯ, 141190, МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ, ГОРОД ФРЯЗИНО, ЗАВОДСКОЙ ПРОЕЗД, 4, Тел.: +7 (495) 995 09 68,  
+7 (49656) 471 44, 494 55. [WWW.EDM.RU](http://WWW.EDM.RU) / [ARTA@EDM.RU](mailto:ARTA@EDM.RU)

# СОДЕРЖАНИЕ

8

Высокоточный инструмент, оптимальные решения в области металлообработки и клиентоориентированный сервис от компании PAUL HORN GMBH / High-precision tools, optimal solutions in the field of metalworking and customer-oriented service from PAUL HORN GMB

14

**ЧЕМУ УЧИТЬ ПРОФЕССИОНАЛА / WHAT TO TEACH A PROFESSIONAL**

15

**Как стать востребованным / How to become popular**

16

**Практика, практика и ещё раз практика / Practice, practice and practice again**

18

**TRUMPF прививает вкус к выгоде / TRUMPF instills taste for profit**

22

**Ставка на комплексный подход / Bet on an integrated approach**

24

**Чему учили и чему научились / What they taught and learned**

27

**Индивидуальный подход к обучению — профессиональная работа на оборудовании / Individual approach to training — professional work on equipment**

28

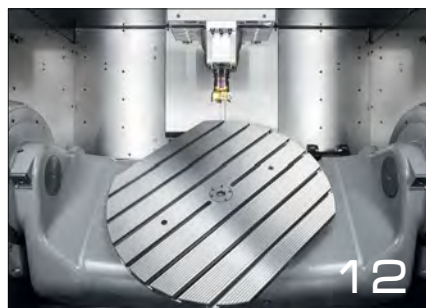
**Современные шлифовальные станки: новые методы абразивной обработки (часть 1) / Modern grinding machines: new methods of abrasive processing (part 1)**

34

**Современное состояние и перспективы развития газосварочной аппаратуры / Current state and prospects of development of gas-welding equipment**

38

**Гибридная лазерная обработка на металлообрабатывающих станках с ЧПУ / Hybrid laser processing on metalworking machines with numerical control**



Издатель ООО «ПРОМЕДИА»  
директор О. Фалина  
главный редактор  
М. Копытина  
выпускающий редактор  
Т. Карпова  
дизайн-верстка  
С. Куликова  
обозреватель  
З. Сацкая  
менеджер по распространению  
Е. Ерошкина  
Отдел рекламы:  
П. Алексеев, Е. Пуртова  
Э. Матвеев, А. Старовойтов  
О. Стелинговская  
консультант В.М. Макаров  
consult-ritm@mail.ru

**АДРЕС: 101000, Москва  
Милютинский пер., 18А, оф. 8  
т/ф (499) 55-9999-8  
(многоканальный)  
e-mail: ritm@gardesmash.com  
http://www.ritm-magazine.ru**

Журнал зарегистрирован  
Федеральной службой по  
надзору в сфере связи,  
информационных технологий  
и массовых коммуникаций  
(Роскомнадзор).  
Свидетельство о регистрации  
СМИ ПИ № ФС77-63556.  
(До 09.2015 журнал "РИТМ")  
Тираж 10 000 экз.  
Распространяется бесплатно.  
Перепечатка опубликованных  
материалов разрешается только  
при согласовании с редакцией.  
Все права защищены ®  
Редакция не несет  
ответственности  
за достоверность информации  
в рекламных материалах и  
оставляет за собой право на  
редакторскую правку текстов.  
Мнение редакции может  
не совпадать с мнением авторов.

## ПОДПИСКА НА РИТМ

МАШИНОСТРОЕНИЯ

ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ПОДПИСКА **БЕСПЛАТНАЯ!**

### АНКЕТА ПОДПИСЧИКА

Ф.И.О. \_\_\_\_\_

Предприятие \_\_\_\_\_

Должность \_\_\_\_\_

Адрес доставки с индексом \_\_\_\_\_

Тел.:   e-mail:

Виды деятельности предприятия: \_\_\_\_\_

Редакция журнала «РИТМ машиностроения» (499) 55-9999-8, www.ritm-magazine.ru

2018



4-координатный  
долбежный станок с ЧПУ  
CNC-550



3-координатный  
долбежный станок  
с ЧПУ  
CNC-350



Долбежный станок с  
автоматической подачей  
по 1-й координате  
CNC-200A1



Бюджетный  
долбежный станок  
TS-125K



Долбежная  
головка  
TS-125



Прецизионный  
долбежный станок  
TS-300K



## ПЕРВЫЙ СИМПОЗИУМ

На Ульяновском станкостроительном заводе с 21 по 24 ноября 2017 г. прошел первый технологический симпозиум DMG MORI, в рамках которого участники смогли не только посетить демонстрационный зал с высокотехнологичным оборудованием, но и узнать больше о последних трендах и инновационных решениях в сфере металлообработки.



По словам организаторов, новый формат мероприятия сделал возможным открытый диалог и обмен опытом в отношении главных мировых технологических трендов с фокусом на их применимость в России. Итоговая цель симпозиума — обсуждение возможности кооперации в новую цифровую эпоху, что содействует формированию культуры многостороннего общения потребителей, поставщиков, государственных структур в российском сегменте металлорежущего оборудования.

В рамках мероприятия проходили семинары и панельные дискуссии, посвященные цифровому производству, решениям в сфере авиастроения и автомобилестроения,

аддитивным технологиям, а также демонстрировалась обработка на 14 высокотехнологичных станках, 6 из которых произведены на Ульяновском станкостроительном заводе.

В церемонии открытия принял участие губернатор Ульяновской области Сергей Морозов, который высоко оценил вклад компании «ДМГ Мори» в укрепление промышленного сектора региона, системы профессионального образования и кадрового потенциала. Он также отметил важность кооперационных цепочек, которые возникают вокруг нового завода и поддерживают развитие малого и среднего бизнеса.

В свою очередь, председатель правления DMG MORI AKTIENGESELLSCHAFT Кристиан Тенес поделился итогами года и ближайшими перспективами в направлении локализации производства: «В настоящий момент «ДМГ Мори» показывает рекордные цифры по основным показателям. Мы растем пятый квартал подряд. К сожалению, на нас до сих пор негативное влияние оказывают санкции. И чем больше мы занимаемся этим вопросом, тем большее значение для нас приобретает Ульяновский станкостроительный завод, — отметил Кристиан Тенес. — Сегодня для нас основной целью является тема локализации. Поэтому мы получили статус российского производителя, мы заслужили его, и мы докажем это. В настоящее время мы локализуем кабины. В будущем году все наши станки мы оснастим деталями из листового железа и будем получать кабины от российских производителей. Качество абсолютно не отличается от немецкого. Первые литые детали также приходят от российских производителей, и они получают окончательную доработку в Ульяновске. В начале 2019 года мы все наши станки будем оснащать российским литьем».

<https://www.ulgov.ru>

## ГАЗОСВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ МАРКИ «НОРД-С»®

Воронежский завод «Сталь» специализируется на серийном производстве газопламенной аппаратуры марки «НОРД-С»®. В линейке выпускаемой техники представлены ручные резаки, сварочные горелки, редукторы баллонные и комплектующие широкой номенклатуры.

Успешное функционирование завода обеспечивается наличием современного высокотехнологичного оборудования и эффективным производством.

Резаки марки «НОРД-С»® — это трехтрубные резаки повышенной надежности (внутрисопловое смешение рабочих газов). В конструкции резака использована инновационная разработка завода: камера смешения, которая выполняет не только функцию смешения газов, но и защитную. Вероятность возникновения «обратных ударов» исключена.

Завод «Сталь» предлагает сварщикам и снабженцам лучшие условия сотрудничества:

### ✓ Высокое качество аппаратуры «НОРД-С»®

Система менеджмента качества завода сертифицирована в соответствии с требованиями международного стандарта ISO:2008. Перед выпуском партии в продажу каждый резак, горелка и редуктор подвергаются испытаниям. Гарантийный срок на аппаратуру марки «НОРД-С»® — 12 месяцев.

### ✓ Стабильные поставки любых объемов продукции

Серийный выпуск исключает сбой в сроках поставки, причем не только самого оборудования, но и комплектующих к нему. Весь производственный процесс от выпуска комплектующих до процесса сборки и испытания готового изделия проходит на одном предприятии.

### ✓ Стабильные цены на аппаратуру

Марка «НОРД-С»® — это отечественное оборудование, стоимость которого не зависит от скачков курса валют. Все комплектующие изготавливаются из российского сырья и материалов.

### ✓ Возможность поставки в любой регион России

Завод работает со всеми крупными транспортно-экспедиторскими компаниями. Кроме того, есть ряд официальных представителей марки в различных городах страны.

На сегодняшний день производственные мощности и конструкторская база завода позволяют расширить объем и ассортимент выпускаемого оборудования. Помимо вышедших в продажу резаков с рычажной системой подачи кислорода и новых модификаций редукторов к выпуску готовятся очередные новинки газосварки.

<http://nord-s.com>

## НЕПРЕРЫВНОЕ РАЗВИТИЕ

В 2017 году ОАО «СКБ ИС» получило сертификат СТ-1, подтверждающий статус российского производителя преобразователей линейных и угловых перемещений.

Компания продолжает развивать направление абсолютных интерфейсов SSI и BiSS в разрабатываемой продукции. В ближайшее время номенклатура абсолютных угловых энкодеров пополнится новыми моделями. В 2018 году в серию пойдут сразу три угловых преобразователя. И если один из них — ЛИР-ДА219 является усовершенствованной версией уже выпускаемого датчика, то два других — ЛИР-ДА216 и ЛИР-ДА242 — абсолютно новые модели, обладающие уникальными характеристиками. Всю линейку новых абсолютных энкодеров отличает одна важная особенность — высокое разрешение при максимально компактных габаритах. Последние две цифры в названии моделей соответствуют диаметру корпуса преобразователя. Наибольшее разрешение, которое можно получить с датчиков диаметром 16, 19 и 42 мм, составит 16, 18 и 24 бита соответственно. Все модели основаны на оптическом принципе считывания, могут работать в широком температурном диапазоне и на скорости до 6000 оборотов в минуту.

Кроме того, разработаны две модели энкодеров внешним диаметром 58 мм, уникальная конструкция которых позволила снизить высоту корпуса до 17,5 мм. Эти датчики могут быть изготовлены с цельным или сквозным полым валом, с инкрементным или абсолютным интерфейсом. Данная конструкция позволяет применять энкодеры в узлах, где пространство для их установки сильно ограничено.

[www.skbis.ru](http://www.skbis.ru)

## ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ УПРАВЛЯЕТ РОБОТАМИ

Специалисты компании Mitsubishi Electric разработали ряд алгоритмов, включая алгоритмы контроля обратной связи, для промышленных роботов, в основе которых лежит технология искусственного интеллекта Maisart, также являющаяся собственной разработкой компании.

Во время проведенных испытаний было установлено, что алгоритмы на базе искусственного интеллекта сократили время выполнения отдельных сборочных операций на целых 65 процентов. При этом движения роботов были



более размеренными и плавными, нежели движения такого же робота, действующего под управлением стандартных алгоритмов. Кроме того, более плавные движения и меньшие прикладываемые усилия обуславли-

вают меньшую нагрузку на движущиеся детали и узлы, что приводит к уменьшению их износа. Более высокая точность движений позволяет увеличить эффективность использования промышленных роботов при выполнении особо точных работ, в частности, при установке компонентов на печатные платы, сборке сложных механических узлов и устройств. В будущем аналогичные алгоритмы могут быть адаптированы для управления медицинскими роботами-хирургами, которым требуется еще большая точность, плавность и размеренность движений.

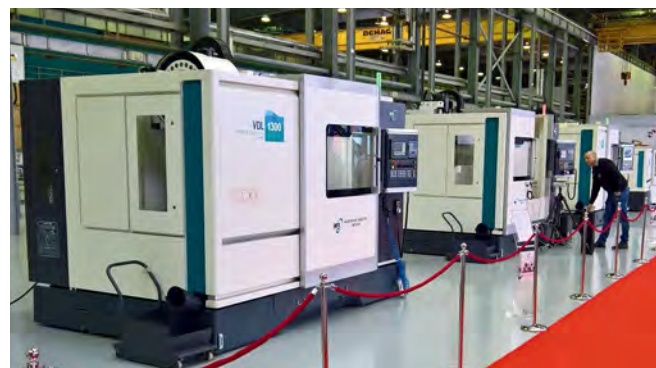
<https://www.dailytechinfo.org>

## МНОГООБЕЩАЮЩЕЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Компания «Сименс» в России и АО «ДМТГ-РУС» выразили намерение развивать сотрудничество в области цифровых технологий. Стороны планируют взаимодействовать в сфере дигитализации и реализации концепции «Индустрия 4.0». Соответствующий документ партнеры подписали в Москве 7 декабря 2017 года на церемонии открытия производственной площадки и учебно-демонстрационного центра «ДМТГ-РУС».

Согласно договоренностям, сотрудничество сторон будет налажено на базе центра «ДМТГ-РУС». В свою очередь, «Сименс» готов обеспечить его техническую поддержку, поставив оборудование, учебные материалы, а также провести подготовку преподавателей учебного центра по фрезерной и токарной технологии. В рамках совместной программы стороны планируют реализовать концепцию «Индустрия 4.0» для станкостроения.

Что касается производственного проекта российско-китайского предприятия АО «ДМТГ-РУС», то он предусматривает создание сборочной линии современных высокотехнологичных металлообрабатывающих станков и металлообрабатывающих центров с ЧПУ, конструкторско-технологического бюро, центрального склада запасных частей, центра обучения (для операторов, ме-

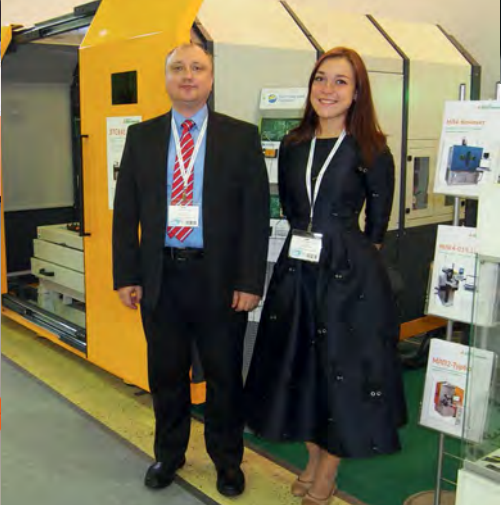


хаников-сборщиков, сервис-инженеров и менеджеров по продажам) и сервисного центра. Объем первоначальных инвестиций в предприятие — 1,2 млрд рублей. Количество создаваемых рабочих мест — 300. Уже сейчас на предприятии налажена крупноузловая сборка первых фрезерных, сверлильных, токарных станков. В 2018 году здесь планируют создать 1500 станков, в 2020 году — 5000 станков и довести локализацию до 80 %.

<http://dmtgrus.ru>



# Наш 2017 год









Инструментальный город Paul Horn

## ВЫСОКОТОЧНЫЙ ИНСТРУМЕНТ, ОПТИМАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ МЕТАЛЛООБРАБОТКИ И КЛИЕНТООРИЕНТИРОВАННЫЙ СЕРВИС ОТ КОМПАНИИ PAUL HORN GMBH

Успешная история компании Paul Horn GmbH начинается в 1969 году с создания двух производственных площадок в г. Вайблингене, Германия. С тех пор предприятие занимает одно из лидирующих позиций в разработке и производстве высокоточных инструментов для фрезерования, точения и обработки канавок. В спектр ее деятельности входит производство полного цикла: от разработки уникального твердого сплава, производства державок и оснастки до нанесения износостойких покрытий на инструмент.

Организация динамично развивается. Со дня основания по настоящее время мощности корпорации

были расширены с 2800 до 45000 м<sup>2</sup>. Paul Horn GmbH представляется значимым работодателем региона Баден-Вюртемберга, ежегодно создающим новые рабочие места. С 1993 года дочерние предприятия открываются во Франции, Великобритании, США, Италии, Чешской Республике, Венгрии, Мексике, Китае и, наконец, в России. Количество сотрудников по всему миру насчитывает 1400 человек. «Мы планируем развиваться и в последующие годы», — подчеркивает директор компании Лотар Хорн.

Эволюция из небольшой немецкой фирмы в международную корпорацию обуславливается в первую очередь внедрением передовых технологий. Тесное сотрудничество с компанией DMG MORI позволило внедрить на производство Paul Horn GmbH более 400 единиц оборудования. Для транспортировки материалов и инструмента с весны 2017 года используются автоматизированные транспортные системы.

В дополнение к девяти существующим системам нанесения покрытия Paul Horn GmbH инвестировала в три новые установки с технологией HiPIMS (магнетронное распыление импульсами высокой мощности). Данная технология применяется для высокоскоростного нанесения сложных и окрашивающих покрытий.

Необходимо также отметить, что экономное использование ресурсов, в особенности сырьевых, является корпоративной философией Paul Horn GmbH. Как активный сторонник инициативы по устойчивому развитию BlueCompetence, выдвинутой VDMA (Союзом немецких машиностроителей), в новом производственном корпу-



Новое производственное здание фирмы Paul Horn GmbH в Тюбингене

се компания установила современные системы энергосбережения и возобновления энергии. Таким образом, в интересах охраны окружающей среды установлена теплоэнергоцентр, которая позволяет использовать неизрасходованное тепло для охлаждения летом и отопления зимой. Сверх всего, производство электроэнергии из газа работает с 90-процентным КПД, а освещение здания на 100% обеспечивается энергосберегающими светодиодными лампами.

Высокая потребность в продукции Paul Horn GmbH требует быстрой работы логистических систем. Новый логистический центр обеспечивает не только увеличение производительности и быструю обработку заказов клиентов, но и гарантирует оперативную доставку инструмента. Ежегодное количество обработанных заказов составляет 96 000, а номенклатура охватывает более 20 000 наименований стандартного инструмента и 120 000 единиц инструмента специального исполнения. Полностью автоматизированная система управления складом готовой продукции позволяет в сжатые сроки выполнять заказы и управлять складированием.

### ООО «ХОРН РУС»

Одно из последних событий в этапе развития Paul Horn GmbH — открытие дочернего предприятия в России ООО «ХОРН РУС».

Лотар Хорн убежден: «Мы инвестируем в наше будущее, что также приносит выгоду нашим клиентам, так как мы продолжаем фокусироваться на скорости, высочайшем качестве и точности. Это касается и наших сотрудников, и нашей инфраструктуры, и наших зданий, станков и оборудования, процессов и организации производства, нашей продукции и технологий, инноваций и, конечно же,



Бизнес-центр «Европа Билдинг», месторасположение ООО «ХОРН РУС» в Москве

знаний российского рынка. Российскому рынку необходим наш инструмент».

Официальное открытие российской компании в Москве запланировано на январь 2018 года. Предлагаемая номенклатура охватывает весь список продукции, выпускаемой Paul Horn GmbH. Несмотря на значительное расстояние между Москвой и Тюбингеном, в России теперь можно заказать специальный инструмент с коротким сроком поставки. Конкурентные преимущества немецкой компании — скорость наряду с качеством и точностью — актуальны и для ООО «ХОРН РУС» благодаря квалифицированному персоналу, инвестициям в дополнительное образование сотрудников, индивидуальному подходу к каждому заказчику.



Новый логистический центр сократил время поставки



Руководящий состав ООО «ХОРН РУС»  
(Анастасия Додонова, Александр Дик, Павел Глазырин)

Московский офис занимает около 270 м<sup>2</sup> и включает в себя отдел продаж, административный отдел и складское помещение. В руководящий состав компании ООО «ХОРН РУС» входят: генеральный директор Александр Дик, директор по сбыту Павел Глазырин, руководитель коммерческого отдела Анастасия Додонова.

В начале своей деятельности новое подразделение сконцентрируется на клиентах из таких сфер экономики, как автомобильная, нефтегазовая промышленности, приборостроение, энергетика, производство аэрокосмической техники. Со слов господина Дика: «Российский рынок является растущим рынком. Качество, повышение экономической эффективности, производительности, высокая скорость и надежность — основные требования, которым отвечает наш инструмент. В 2018 году мы примем участие в московских выставках «Металлообработка» и «Нефтегаз» — для презентации наших технологий и возможностей».

## ПРИМЕРЫ ОТРАСЛЕВЫХ РЕШЕНИЙ

### ВАШ ПАРТНЕР В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОБЛАСТИ

Paul Horn GmbH является всемирно признанным лидером в различных областях, включая обработку труб для нефтяных месторождений.

Предприятие разработало шестиступенчатую инструментальную систему для нарезания резьбы на нефтепромышленных трубах, которая за один проход подрезает торец трубы и нарезает внутреннюю и наружную, а также коническую резьбу при помощи трех инструментальных кассет, каждая из которых смещена на 120°. Резьбонарезные пластины обеспечивают выполнение процесса с прецизионной точностью, а время обработки сокращается, что приводит к экономической эффективности производства.

Инструмент имеет внутреннюю систему охлаждения и отвода стружки. Подача смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) осуществляется при давлении в 50 бар, при этом наиболее эффективным способом является подача СОЖ через режущую кромку пластины. С учетом потребностей заказчика сотрудники нашей компании подберут оптимальное сочетание твердости и прочности используемых сплавов, а также покрытия инструмента.

### АЭРОКОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА

Для производителей в аэрокосмической области Paul Horn GmbH предлагает решения для обработки высокотехнологичных и труднообрабатываемых материалов. Детально продуманные методы обработки особенно важны для работы с высокопрочными и жаропрочными материалами, такими как титан, композиты, стеклопластик и углепластик. Концепция инструмента Paul Horn GmbH повышает эффективность и конкурентоспособность, при этом обеспечивая высокую безопасность процес-



Производственное оборудование Paul Horn GmbH



Обработка канавки на токарном станке

сов и качество, значительно сокращая время обработки. В качестве примера можно взять инструмент Paul Horn GmbH из поликристаллического алмаза (PCD). Благодаря его твердой, износостойкой и острой режущей кромке достигается высокая стойкость при обработке цветных металлов и сплавов. При применении на композитных материалах из стеклопластика и углепластика инструмент с CVD-алмазным покрытием, оснащенный заточенной лазером режущей кромкой, обеспечивает высокий потенциал для повышения эффективности обработки. Такой инструмент состоит на 99,9% из чистого алмаза и имеет высокую теплопроводность, при этом достигнутая острота режущей кромки в десятки раз выше, чем у предшествующего инструмента из PCD.

### НОВЫЕ ВЕЯНИЯ В АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Инструмент Paul Horn GmbH особенно хорошо проявляет себя там, где требуются сложные решения в высокотехнологичной области. В автомобильной промышленности корпорация является известным законодателем мод. Новые материалы и технологические процессы требуют постоянной адаптации или внедрения новых методов обработки. Это обусловлено чрезвычайно динамичным развитием отрасли, что, в свою очередь, иллюстрируется появлением комбинированных приводов или электромобилей, гарантирующих нам захватывающее будущее. В течение многих лет компания сотрудничает с производителями и поставщиками автомобильного сектора. При этом Paul Horn GmbH превратился из поставщика высокоточного инструмента в надежного партнера, помогающего найти новые решения, позволяющие ускорить технологические процессы. Типичным примером такого сотрудничества является комбинированный инструмент, специально разработанный для конкретного применения и объединяющий в себе несколько функций. Он не только выполняет несколько операций механической обработки в одном цикле без его замены, но также обеспечивает соблюдение самых жестких допусков и максимальную надежность процесса резания.

Новые сочетания материалов, жесткие допуски и получение высококачественной поверхности являются вы-

зовом для современного автомобилестроения. Paul Horn GmbH решает эти задачи при помощи специального инструмента и совершенно новых систем. Основой для этого являются обширные знания, накопленные благодаря многолетнему сотрудничеству с производителями и поставщиками автомобильной промышленности.

### ОБРАБОТКА РЕЗАНИЕМ В МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКЕ

Для изготовления медицинских приборов, хирургических инструментов и имплантов требуется режущий инструмент, оптимально адаптированный к комплексным требованиям и зачастую труднообрабатываемым материалам, таким как титан, пластмасса и керамика. Инструмент должен соответствовать самым высоким стандартам качества, точности и надежности технологического процесса. Paul Horn GmbH компетентна в данных вопросах. Как специалист в области высокотехнологичной обработки, компания предлагает индивидуально разработанные решения, высокоэффективные методы обработки и обладает технологическими решениями для постоянно растущих потребностей отрасли. Со своими инновационными системами Paul Horn GmbH является пионером в новейших разработках. В медицинской технике качество и безопасность находятся на первом месте. Поэтому большое значение придается индивидуальной конструкции инструмента: начиная от инструментального материала, оптимально адаптированного к обрабатываемому материалу, геометрии инструмента как в макро-, так и в микрообластях, и заканчивая режущей кромкой, приспособленной к высоким силам резания. Для выполнения данных требований специалисты предприятия используют свой десятилетний опыт в технологии, конструировании и материаловедении.



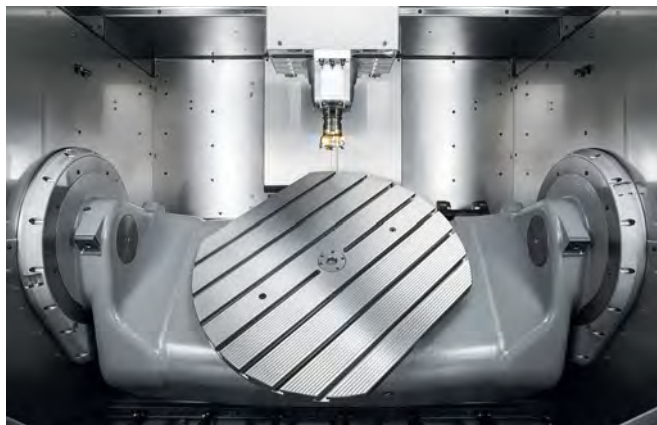
ООО «ХОРН РУС»  
Тел: +7 (495) 968 21 68  
Fax: +7 (495) 960 21 68  
E-Mail: info@hornrus.com

## НОВАЯ МОДЕЛЬ СТАНКА

Обработывающий станок С 650 компании Hermle AG дополнит возможности серии Performance-Line в сторону значительного увеличения производительности. В результате уже на трех моделях этой серии можно выполнять экономичную трех- и пятиосевую обработку.

Серия Performance-Line, располагаясь ниже серии High-Performance с моделями С 12, С 22, С 32, С 42, С 52 и С 62, не уступает ей практически ни в чем. Разница заключается в вариативности оснащения, цене и, естественно, в названии.

Станок С 650, как и модели С 250 и С 400, имеет проверенную модифицированную порталную конструкцию разработки компании Hermle; станина станка изготовлена методом минерального литья на самом современном оборудовании в собственном специализированном литейном цеху Hermle в г. Циммерн-об-Ротвайль. Встроенный жесткий крепежный стол в исполнении с 3 осями позволяет устанавливать заготовки до макс. 3000 кг (1050×900×600 мм) и поэтому специально предназначен для производства инструментов и форм, а также для предприятий машиностроения. На наклонно-поворотном столе с ЧПУ в исполнении с 5 осями с высокой точностью могут обрабатываться заготовки до макс. 1500 кг (Ø 900×600 мм).



Пути перемещения в рабочей зоне составляют 1050×900×600 мм при вертикальном зазоре стола 775 мм и проеме двери 1050 мм. Это оптимальные условия для простой и надежной загрузки крана.



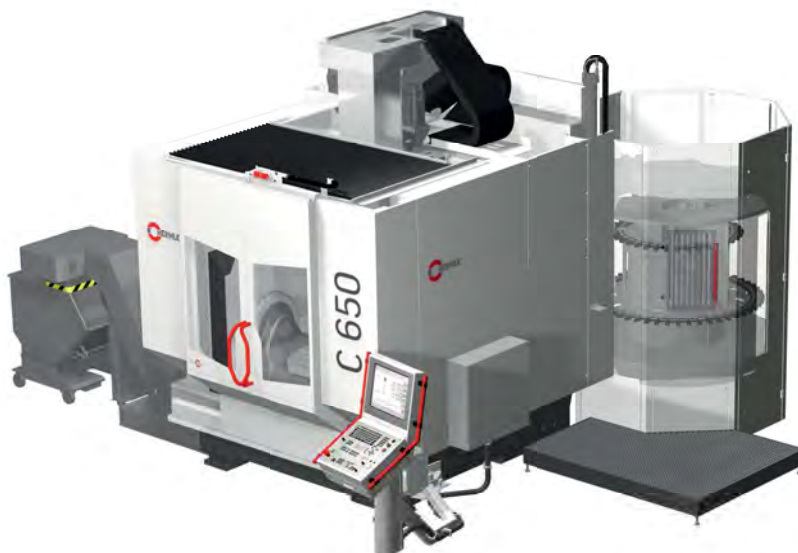
С 650 имеет встроенный инструментальный магазин на 42 инструмента. Как опция — два добавочных магазина на 50 или 88 дополнительных ячеек. Оператор имеет возможность вводить параметры инструментов прямо в таблицу инструментов системы управления. Станок С 650 серийно оснащен системой управления Heidenhain TNC 640. Пульт управления оборудован цветным сенсорным тонкопленочным дисплеем размером 19", который теперь имеется на всех станках Hermle.

В качестве опции станок С 650 может быть также оснащен эргономически регулируемым пультом управления комфортного типа. В системе управления — модуль настройки разработки Hermle, обеспечивающий оптимальную поддержку оператору в различных фрезерных операциях.

В качестве опций для станка С 650 имеется также широкий набор цифровых модулей Hermle, в том числе информационно-мониторинговое программное обеспечение HIMS и автоматическая система управления HACS. Для сервиса имеется система технического обслуживания и диагностики (WDS) от Hermle.

Опции для индивидуальной и экономичной эксплуатации расширяют диапазон использования С 650. Благодаря этому можно адаптировать различные системы охлаждения и отвода стружки, вытяжки, контроль поломки инструмента и систему измерения инструмента, измерительный щуп.

[www.hermle3.de](http://www.hermle3.de)





7 ARGUMENTE  
FÜR EINE HERMLE

## Попадание с первого раза – что касается выдерживания заданной точности

Обрабатывающие центры с непревзойденной  
точностью.

Когда речь идет о безупречном функционировании готового изделия, зачастую решающую роль играет микрометрическая точность отдельных компонентов. Обрабатывающие центры Hermle подкупают своей высокой механической точностью типичной для Hermle в пяти или трех координатах.

Больше информации о точности наших обрабатывающих центров см. по адресу: **hermle1.de**.

Машиненфабрик Бертольд Хермле АГ, Госхайм. Телефон: +49 7426/95-0 info@hermle.de  
ООО "Хермле Восток", 127018, Россия, Москва, ул. Полковная, д. 1, стр. 6  
Тел. +7495 627 36 34, факс: +7495 627 36 35, e-mail: info@hermle-vostok.ru



В той или иной форме программы обучения присутствуют в деятельности каждой компании — учат или свой персонал, или персонал клиентов. Одна и та же компания может выступать как в роли учителя, так и в роли ученика. Сегодня мы хотим рассмотреть обучение как услугу и увидеть профессиональное обучение глазами и поставщиков этой услуги, и ее потребителей.

Зинаида Сацкая, руководитель проекта

## ЧЕМУ УЧИТЬ ПРОФЕССИОНАЛА

Прежде всего уточним, что серьезные компании не учат профессии, они учат профессионалов в сегменте b2b. Учат тому, чего требует современная промышленность, — работе на инновационном оборудовании и новым принципам организации производства, которые несет с собой Индустрия 4.0. В этот же ряд мы ставим обучение работе с компонентами и средствами автоматизации. Нередко сборочное производство высокотехнологичного оборудования пренебрежительно называют отверточной сборкой, тогда как существуют самые сложные технологии сборки. Эти технологии также характеризуют скорость, эффективность, точность, трудоемкость и возможность оптимизировать все эти параметры. В конечном счете от качества сборки станка зависит качество выпускаемой на нем продукции.

Не будет преувеличением сказать, что сильные компании не просто обучают работе на оборудовании, опережающему сервису и прочим утилитарным вещам, а формируют производственную элиту. С другой стороны, отлаженная, интересная, полезная работа по обучению становится ярко выраженным конкурентным преимуществом рыночной компании.

### ЗАЧЕМ УЧИТЬ? ЗАЧЕМ УЧИТЬСЯ?

Есть много разных ответов на вопрос, зачем компания-поставщик взваливает на себя такую ношу, но все в результате сводится к нескольким самым распространенным ответам:

- Как минимум сохранить существующую клиентскую базу, как максимум — ее расширить.
- Стимулировать сбыт.
- Нарастить продажи существующим клиентам.
- Завоевать и удержать лояльность к своей продукции.

Иными словами, за таким видом деятельности компании-поставщика, как обучение, стоит та или иная форма выгоды, которая должна конвертироваться в увеличение прибыли.

Есть ответы и на другой вопрос — зачем услуга нужна потребителю.

• Обучение может показать образованному клиенту новые возможности, которые открывает использование продукции поставщика.

• Обучение тесно связано с темой сервиса, или, более обобщенно, темой технической поддержки.

• Часто потребители услуг через обучающие семинары и тренинги пытаются решить свои технологические задачи, расширить узкие места.

Естественно, имеет право на постановку вопроса критериев эффективности обучения. Идеальными представляются критерии, которые можно выразить числом: рост производительности труда; сокращение себестоимости

выпускаемой продукции; увеличение межремонтных интервалов; оптимизация численности персонала и т. д.

Компании-поставщики меняют представление о сервисе, который перестал сводиться только к устранению возникших неисправностей. Сегодня сервис стал территорией опережающего предложения, в контексте которого уже не существует понятия поломки. Нам известны случаи, когда из числа поставщиков оборудования одного класса клиент выбирал того, с кем легче решать проблемы сервиса. Очевидно, что в конечном счете конкурентную гонку выигрывают клиентоориентированные компании-поставщики, избавляющие клиента от головной боли и тем самым формирующие у него потребность в долгосрочных контактах. Если у клиента существует выбор между продукцией двух поставщиков, он выберет то, о чем больше знает. По этой причине поставщики должны наперегонки бежать к клиенту с информацией о возможностях работы и обслуживания своего оборудования, чтобы создать систему долгосрочных коммуникаций. Что, собственно, и происходит.

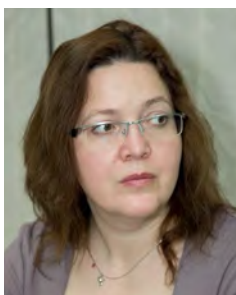
Есть еще один важный момент, который отмечают все участники рассматриваемого процесса. Обе стороны ценят, когда речь идет не только об обучении работе на оборудовании и техническому обслуживанию, но и о наделянии ученика функцией учителя, то есть возможности самостоятельно дальше учить свой персонал.

### КОГО УЧИТЬ, КАК УЧИТЬ?

Говоря о том, как учить, мы, разумеется, не имеем в виду преподавательские приемы вроде приветствия, голосовых модуляций или установления визуального контакта с аудиторией. Есть более интересные вещи, которые мы выявили в процессе работы над проектом. Компании, поставляющие сложную высокотехнологичную продукцию — от металлообрабатывающих станков и их комплектующих до программных систем, учат персонал компаний-партнеров не только эффективным приемам работы со своей продукцией, но и теоретическим основам инжиниринга: слушателями становятся операторы, наладчики, инженерно-технический персонал. Наиболее продвинутые игроки рынка учат топ-менеджеров критически переосмысливать организацию производства через процедуры технологического аудита.

Учат на территории поставщика и на территории заказчика, через лекции и практические занятия, используют наставничество и совместное решение практических задач. Одним словом, учат по-разному, но всерьез, а главное — профессионально, с упором на интерактивный компонент. Но при любых технических и педагогических ухищрениях выиграет тот, кто лучше сможет сфокусироваться на потребностях клиента.





## КАК СТАТЬ ВОСТРЕБОВАННЫМ

«ЛИЦЕНЗИЯ ПОДТВЕРЖДАЕТ СООТВЕТСТВИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМ СТАНДАРТАМ И ОТКРЫВАЕТ ПЕРСПЕКТИВЫ РАСШИРЕНИЯ КЛИЕНТСКОЙ БАЗЫ», — УТВЕРЖДАЕТ НАТАЛЬЯ ЕФРЕМОВА, ДИРЕКТОР ЦЕНТРА ТЕХНОЛОГИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ ГК «ФИНВАЛ»

### ГК «Финвал» недавно получила лицензию на право ведения образовательной деятельности. На какие виды обучения она распространяется?

Наша лицензия распространяется на два вида обучения. Первый вид — это дополнительное профессиональное обучение, которое включает в себя курсы повышения квалификации по различным направлениям. По окончании курса слушатели получают удостоверение о повышении квалификации установленного образца. Сейчас в учебном центре проработаны и реализуются программы для специалистов различного уровня.

Для технических специалистов это 19 образовательных программ: операторы и наладчики станков с ЧПУ; техническое обслуживание и эксплуатация систем ЧПУ, включая большую тройку Fanuc, Siemens и Heidenhain; монтаж, наладка, ремонт гидроприводов станков с ЧПУ; ввод в эксплуатацию и эксплуатация систем ЧПУ. Причем все эти программы адаптируются под требования реального производства заказчика, который направляет к нам на обучение своих специалистов.

Второй блок курсов направлен на обучение в первую очередь инженеров-технологов. Здесь акцент делается на диалоговом программировании в среде Fanuc и Siemens, проектировании технологии обработки в САМ-системах. Эти знания позволяют повысить эффективность производства, сократить время простоя станков и, что важно, вынести основные рисковые операции, связанные с эксплуатацией оборудования, на момент симуляции обработки и верификации программы. Еще одно востребованное направление — это диагностика надежности технологических систем станков с ЧПУ. Своевременная диагностика и планово-предупредительный ремонт — это залог бесперебойной работы оборудования. Третий блок программ нацелен на руководителей и главных специалистов предприятий. Здесь мы говорим об эффективности управления производством, проведении определенных этапов технологического и технического аудита, что позволяет понять «узкие» места и определить, как их расширить. У нас был случай, когда добавление в цех одного нормоконтролера дало увеличение выпуска продукции в два с половиной раза. То есть вопрос был не в оборудовании.

Второй вид образовательной деятельности — профессиональная переподготовка по специальности «оператор-наладчик станков с ЧПУ» с присвоением соответствующей квалификации. Мы выдаем диплом о профессиональной переподготовке, который дает право вести профессиональную деятельность.

### Предприятиям вы создаете новые возможности для работы и функционирования их предприятий. А что это дает бизнесу «Финвала»?

Цель любого бизнеса — извлечение прибыли. Мы ожидаем увеличения выручки за оказание образовательных услуг. Ожидания подкрепляются заявками, которые мы получаем от предприятий. Для ряда предприятий мы разработали и реализуем долгосрочную программу развития компетенций персонала. К тому же лицензия открывает дорогу для работы с государственными предприятиями в части образования, так как обязательным условием участия в тендерах является наличие лицензии на право образовательной деятельности. Так мы для себя расширяем круг заказчиков, а заказчики получают от нас качественные услуги повышения квалификации и переподготовки специалистов. Наши выпускники кардинально изменяют уровень технологий на предприятии. У нас был замечательный пример, когда на предприятии считалось, что изготовить деталь на автоматах продольного точения невозможно, а наши выпускники эту задачу решили и запустили деталь в серийное производство.

### Можно ли сказать, что вы в какой-то мере восполняете пробелы вузовского обучения?

Мы стали базой практического обучения для МГТУ им. Баумана, студенты которого проходят практическое обучение в нашем Центре технологий машиностроения. Более того, мы помогаем им трудоустроиться на предприятиях наших заказчиков и в таких случаях практику студентов адаптируем под условия предприятия. Как ни печально признать, институт наставничества на предприятиях либо в удручающем состоянии, либо вовсе отсутствует.

### Все поставщики оборудования в той или иной степени занимаются обучением — с лицензией или без. Наличие лицензии — это единственное ваше отличие?

Нет, не единственное. Залогом успешного обучения являются практические занятия. Наша материально-техническая база для обучения уникальна. Это 18 единиц современного металлообрабатывающего оборудования по основным производственным переделам, метрология.

В программах мы уделяем максимум внимания отработке практических навыков слушателей на всех этапах производственного процесса от чтения чертежей до изготовления детали. Выпускной квалификационной работой является изготовленная по чертежу деталь, которую принимает ОТК Центра. Наше выгодное отличие в том, что через обучение мы помогаем предприятиям решить их технологические задачи. И показываем нашим слушателям направление, куда двигаться, чтобы профессионально развиваться.



## ПРАКТИКА, ПРАКТИКА И ЕЩЕ РАЗ ПРАКТИКА

О ТОМ, ЧЕМУ УЧАТ КЛИЕНТОВ СПЕЦИАЛИСТЫ КОМПАНИИ, НАМ РАССКАЗАЛ ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР SKF В РОССИИ АНАТОЛИЙ УСОВ.

**Компании-поставщики обычно учат правильной эксплуатации и обслуживанию конечной продукции — станка, экскаватора, компрессорной станции и так далее.**

**SKF — поставщик компонентов. В чем тогда суть ваших обучающих программ?**

Программы SKF направлены на повышение надежности оборудования в процессе эксплуатации, технического обслуживания и ремонта. Обучение проводится по самым разным темам — от проектирования подшипниковых узлов, их техобслуживания и ремонта, а также вибродиагностики и мониторинга состояния оборудования, до управления поставками и распределением складских запасов. Кроме этого, мы проводим тренинги, обучающие правильным методам смазывания оборудования, а также организации и внедрению эффективных систем техобслуживания на предприятии. Учебные программы SKF можно использовать как в базовом варианте, так и в виде отдельных модулей для создания и проведения комплексных программ обучения.

**Как вы определяете, что нужно конкретному потребителю?**

Для решения этой задачи мы используем специализированный инструмент — «Аудит знаний SKF». Он позволяет сформировать рекомендации по обучению специалистов промышленных предприятий в шести областях: подшипники и уплотнения; смазывание подшипниковых узлов; мониторинг состояния оборудования; анализ вибраций; проактивное техническое обслуживание; элементы промышленных трансмиссий. Аудит построен таким образом, что одновременно можно провести оценку компетенций самого широкого круга специалистов — от слесаря до главного механика. Тренинги SKF пользуются спросом у промышленных предприятий самых разных отраслей промышленности. Учеников SKF можно найти в пищевой, горнодобывающей, металлургической, нефтяной, химической, целлюлозно-бумажной и других отраслях, а также среди производителей оборудования и компаний, занимающихся техобслуживанием и ремонтными работами.

**Расскажите, где вы проводите свои тренинги.**

SKF располагает собственным учебным центром в Москве, который оборудован всем необходимым для проведения практических занятий по монтажу/демонтажу подшипников, вибродиагностике, базовому монито-

рингу состояния оборудования, диагностике состояния электродвигателей, выверке соосности валов, балансировке, центровке шкивов и звездочек, натяжению ремней и т.д. Мы также проводим выездные тренинги. Для этого у нас есть мобильный класс, в котором есть все, что нужно для проведения практических занятий на предприятиях клиентов.

**А кто проводит обучение?**

Все тренеры SKF — выпускники лучших технических вузов России и имеют многолетнюю практику в качестве инженеров, менеджеров технических проектов, специалистов по вибродиагностике, в том числе в подразделениях SKF. Мы уверены, что только практикующие специалисты имеют право учить других. Еще одно направление работы — поставка учебно-методических комплексов, состоящих из учебных программ и материалов, оборудования для проведения практических занятий, плакатов. Для этого мы обучаем инструкторов для проведения внутренних тренингов из персонала наших клиентов. Учебно-методические комплексы выбирают предприятия с большой численностью персонала, для которых экономически целесообразнее иметь собственный класс и тренеров, нежели направлять сотрудников к внешним провайдером услуг по обучению.

**Какую форму обучения вы считаете самой эффективной?**

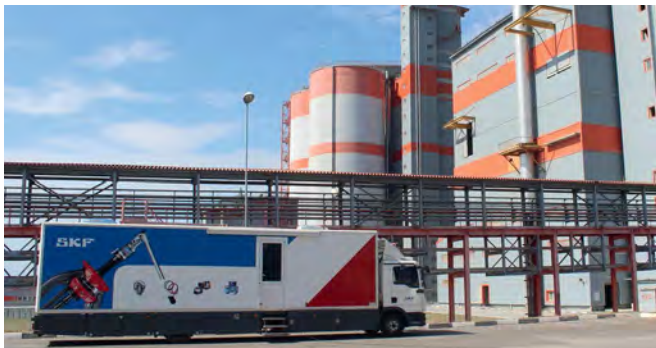
Практика, практика и еще раз практика. Если информация, полученная на тренинге, не используется на практике, тренинг превращается в абстрактную лекцию. По окончании тренинга все слушатели получают сертификат компании SKF, свидетельствующий о том, что они приняли участие в соответствующем тренинге. Но самое ценное, что они получают, — уверенные знания и навыки. Мы ставим своей целью сделать так, чтобы слушатели на следующий же день после тренинга могли на рабочем месте использовать полученные навыки.

**Прописывается ли обучение в договоре на поставку?**

Обучение не является неотъемлемой частью договора на поставку компонентов. Но компания всегда доносит до заказчиков информацию о важности правильного техобслуживания и прочих передовых практик. Обычно услуги по организации тренингов оформляются отдельным соглашением, однако у нас есть программа «Надлежащее техническое обслуживание», подразумевающая комплексный подход к совершенствованию практик технического обслуживания. При внедрении этой программы на предприятии тренинги становятся частью договора на поставку оборудования.

**У SKF уже есть буксовый узел со встроенным сенсором, который собирает информацию обо всех рабочих параметрах подшипника и передает ее на облачный сервер компании. Это нашло отражение в учебных программах?**

Эта инновационная технология уже на пороге рынка, и в планах компании запустить учебный курс, посвященный мониторингу состояния оборудования с помощью мобильных устройств, беспроводных датчиков и организации анализа информации на облачных серверах, что бесспорно можно считать вкладом компании в процесс цифровизации производства.



Выездной тренинг SKF в воронежском филиале холдинга «ЕВРОЦЕМЕНТ груп»

Зинаида Сацкая

# Почему выходят из строя подшипники?



14%

Загрязнение



16%

Неправильный монтаж



34%

Усталость



36%

Неправильное смазывание

## Тренинги SKF помогут этого избежать!

Компания SKF проводит обучение технических специалистов по стандартным программам обучения и специализированные тренинги, созданные по индивидуальному запросу. Наши тренеры – высококвалифицированные инженеры с многолетним опытом работы.

На тренингах Вы получите навыки правильного монтажа и демонтажа подшипников, их смазывания, подбора уплотнений, выверки соосности валов, балансировки, а также проведения мониторинга состояния оборудования.

Инвестируя в обучение технических специалистов, Вы сможете сократить общую стоимость владения промышленным оборудованием. Это также позволит минимизировать количество случаев выхода из строя подшипников и, как следствие, дорогостоящих внеплановых остановов.



Посмотрите расписание технических тренингов SKF на 2018 в открытых группах!

Считайте QR-код или зайдите на сайт:

[www.skf.ru/trainings](http://www.skf.ru/trainings)



Мобильный учебный класс SKF

**SKF**®

# TRUMPF ПРИВИВАЕТ ВКУС К ВЫГОДЕ

С удивлением услышала, что в российских вузах обучение работе с листом сводят только к объемной штамповке и совсем не учат конструированию из листа. Зато этому — и не только этому — учат специалисты компании TRUMPF. Но обо всем по порядку.



## ПОДЕЛИТЬСЯ ПРИНЦИПАМИ

Как рассказал генеральный директор ООО «Трумпф» Василий Дианов, вся система обучения в глобальной компании делится на несколько функциональных уровней. Первый сравним с нижним уровнем потребностей пирамиды Маслоу, то есть предполага-

ет в общем-то базовые вещи, без которых все остальное теряет смысл. Цель на этом уровне — научить операторов грамотно и осознанно управлять станками и обслуживать их, а программистов — готовить рабочую программу и производственные планы для его загрузки. Следующий уровень предполагает научить потребителя не просто уверенно эксплуатировать оборудование, но использовать его эффективно, чтобы станок изготавливал деталь с минимизацией затрат на листообработку и максимальным качеством, потому что, например, как утверждают специалисты, гнуть дешевле, чем варить. Эта идея конвертирована в семинары по конструированию из листа. И здесь работа идет через передачу собственных знаний, а главное, собственных принципов фирмы TRUMPF. В компании не без оснований считают это сильным конкурентным преимуществом. Остановимся на этом уровне

выработала совместное решение, по локальной сети на станок загружается подготовленный рабочий файл, все идет к оборудованию, вырезают, сгибают, если нужно, варят, а потом считают полученный эффект.

## Учебный центр TRUMPF

- 10'500 слушателей в год
- 2'000 курсов в год
- 3'000 м<sup>2</sup> цех с оборудованием
- 26 станков для обучения
- 29 аудиторий
- 40 переводчиков на 17 языков
- 6'000 чашек кофе в месяц
- 200 обедов в день

В России семинар проходит на территории предприятия заказчика и длится не три дня, как в Германии, а пять — так усложняет работу необходимость перевода. Традиционно в таком семинаре участвуют конструкторы и технологи, которые имманентно находятся в здоровых антагонистических отношениях, потому что одним важно «что», а другим «как». И когда начинается собственно семинар, эти противоречия сразу себя проявляют при ответе на вопрос тренеров, чего подопечные ждут от мероприятия. Технологи требуют объяснить конструкторам, что на имеющемся оборудовании TRUMPF рассматриваемую деталь сделать нельзя, конструкторы, в свою очередь, требуют вразумить технологов и доказать, что на этом оборудовании сделать деталь можно. Лекциями такие противоречия не преодолеть. Но есть немало способов научить людей сопрягать взаимные

	Консультация по изделиям	Семинар по технологиям	Семинар в Германии	Семинар в России
Эксклюзивный проект для 1 заказчика	✔	✔		✔
Оценка потенциала оптимизируемых деталей				✔
Изготовление образца или оптимизированной детали			✔	✔
Производственные know-how: правила, ограничения, принципы конструирования		✔	✔	✔
Дизайн: правила, ограничения, принципы конструирования			✔	✔
Индивидуальная документация	✔	✔	✔	✔
Оптимизация деталей заказчика, идеи, эскизы, модели, оценка	✔		✔	✔

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИЗ ЛИСТА, или КАК ПОМИРИТЬ КОШКУ С СОБАКОЙ

Семинар по проектированию из листа проводится как в Германии, так и в России. В Германии курс длится три дня и проводится в центре обучения головной компании. Центр многофункциональный, в нем учатся все сотрудники компании, в том числе и собственные сервисные инженеры, которым приходится самостоятельно разобрать и собрать станок, специалисты заказчика, дилеры. Семинар интерактивный, слушатели сами проектируют, сами программируют, предлагают варианты. И когда группа

пожелания. Мне рассказывали, как однажды на семинаре тренеры распечатали развертку детали на бумаге, вооружив подопечных ножницами и скотчем, которые играли роль соответственно лазера и сварки. И вот начав «гнуть, резать и варить», технологи и конструкторы вынуждены были взаимодействовать в поисках практического решения, а не в доказывании абстрактной правоты. И, думается, раскрепостить мозги, научить коммуникациям не менее важно, чем научить собственно конструированию.

Обучение проводят на деталях заказчика, непосредственно в условиях его производства, двигаясь по его

Деталь ДО

- Вырубка
- Сварка
- Гибка



- Вырезка в размер
- Сверление отверстий
- Зенковка отверстий
- Фрезеровка пазов и прямолинейных отверстий
- Нарезка резьбы



Деталь ПОСЛЕ

- Вырубка, пуклевка, накатка резьбы и гибка на одном станке, за один производственный цикл

**-60%**  
стоимости изделия



- Лазерный раскрой
- Формообразование: зенковка отверстий, нарезка резьбы, центровочная формовка

**-50%**  
стоимости изделия



технологическому процессу от 2D-раскроя до придания ему 3D-формы на сварку и сборку. Именно здесь выявляются основные ошибки и несовершенства, на которые потом указывают заказчику. Но главная задача тренеров — показать, что для создания одной детали существует множество возможностей, при этом не только упрощается производство, но и становится меньше чертежей, сокращается количество единиц изделий. Показателем рассказанный мне пример взаимодействия на заводе «Ростсельмаш». Как принято у компании TRUMPF, обучение проходило на примере отобранной немецкими специалистами для обучения конструированию из листа реальной детали. Это была фара комбайна. Правая фара состояла из трех элементов, левая состояла из трех элементов, стало быть, нужно было делать шесть деталей, что предполагало два сборочных чертежа, сварочные чертежи, то есть довольно большое количество бумаги. Немецкие коллеги предложили два варианта. По первому фара делается из одной развертки, то есть теперь надо делать одну деталь, при этом она либо правая, либо левая. По второму варианту предлагалось изменение конструкции: фара состоит из двух элементов, но уже без разницы — левая или правая.

То, что создавалось когда-то для самого TRUMPF, передается сегодня клиенту. «Делать что-то новое, имея некую материальную основу, всегда проще, чем начинать с нуля, — рассказывает Василий Дианов. — Мы отдаем созданное нами для собственного использования Руководство и говорим: «Пожалуйста, можете этим пользоваться и создавать свои документы по конструированию, опираясь на наш опыт». Главное, что знания, передаваемые на этих семинарах, не привязаны напрямую к эксплуатации именно оборудования TRUMPF. Это уже некие универсальные знания, которые позволяют грамотно работать с листом.

Современное конструирование из листа имеет свои особенности, порожденные появлением технологий лазерной сварки, которая особенно чувствительна к построению оснастки. Как рассказал г-н Дианов, чтобы пользоваться преимуществами лазерной сварки, необходимо грамотно строить оснастку, нужно понимать, как отводить тепло из зоны сварки, как подавать газ защит-

ной среды и т. д. Это некая модификация курса листовых конструкций, где в процессе обучения к конструкторам и технологам добавляется группа подготовки производства, то есть те люди, которые непосредственно строят оснастку. «По нашим клиентам, — развивает этот тезис Василий Дианов, — мы сейчас видим, что компетенции по строительству оснастки на рынке развиты слабо, и наши клиенты, видя дефицит специалистов, опасаются внедрять современные прогрессивные технологии».

Есть еще один подвид семинаров «Инновационные трубные конструкции». Это обучение принципам конструирования или принципам работы с трубой и про-





филем. Есть целый ряд хитростей, особенностей в соединении труб и профилей между собой. «Это тоже некий способ открыть сознание конструктора в совершенно новой для него сфере, — делится г-н Дианов, — поскольку в рамках традиционного вузовского образования они такого оборудования не видят и в принципе не представляют себе возможности современных станков в области пространственных конструкций».

### ТРЕТИЙ УРОВЕНЬ ЕСТЬ. ПРО ЧЬО ЧЕСТЬ?

Третий уровень обучения пока есть только в Германии, но хочется думать, что он уже на пороге отечественного рынка, потому что TRUMPF готов делиться принципами собственной организации производства. Это система SYNCHRO — организация производства «just in time», Индустрия 4.0, цифровизация, совершенно новые подходы, которые у нас существуют пока только в информационном пространстве. TRUMPF владеет частью компании AXOOM — разработчика платформы для мультибрендового управления оборудованием, соединенным в технологическую цепочку по современным протоколам обмена данными. То есть появляется еще одно измерение взаимодействия поставщика оборудования и эксплуатанта, взаимозависимости исполнительных механизмов.

Реализованных в России проектов по третьему уровню обучения у TRUMPF пока нет. «Мне кажется, что на нашем рынке присутствует все, что есть и на более развитых рынках, — размышляет Василий Дианов. — Просто у нас нет какой-то присущей Европе гомогенности общего уровня развития. Там есть устойчивый mittelstand, малый и средний бизнес, который уже освоил и автоматизацию, и современные процессы организации производства, а у нас пока или гаражи с киянкой и пилой, или суперсовременные заводы, где уже система управления предприятием позволяет в любой момент времени видеть любую партию изделий на любом участке производства. При этом на рынке нет предложения каких-то готовых систем и решений, все делается самими предприятиями и является каким-то их локальным ноу-хау, за которые они держатся».

В TRUMPF есть специалисты, которые методологически подготовлены к работе с топ-менеджментом по вопросам организации производства, но коммуникации с российскими предприятиями затруднены. Если представить себе, что кто-то придет и серьезно попросит, TRUMPF так же серьезно к этому отнесется, но нужно будет на этом пути преодолевать некоторое количество препятствий и понимать, что их больше, чем можно на первый взгляд представить. Причины неготовности воспринять современные методы организации производства известны. «Во-первых, вся документация на российских предприятиях на русском языке, — делится своими наблюдениями Дианов, — а в Европе все-таки английский уже довольно широко распространен. Среднестатистическое чешское или польское предприятие вполне способно взаимодействовать с имплементаторами на английском языке, а у нас требуют, чтобы имплементатор владел русским языком, хотя рынок небольшой и консультант свои компетенции не заточивает под потребности рынка. Найти переводчика, хорошо владеющего техническим арго в довольно узкой сфере, проблематично. Иногда недостает финансовой грамотности, в том числе топ-менеджменту. А во-вторых, и, быть может, главное — мы еще не слышали адекватно сформулированной постановки задачи. Эта разница менталитетов, обобщенно говоря, выглядит так. Заказчик говорит, что он платит деньги, хочет видеть этап, с которого имплементатор стартует, а потом прийти перерезать ленточку, нажать кнопку, увидеть запустившееся по-новому производство и понять, сколько он в результате сэкономит по сравнению с тем, что есть. А европейцы не могут понять готовности платить деньги без понимания, как это работает. То есть европейские специалисты не строят завод, не строят производство. Они учат людей самостоятельному мышлению, передают знания о методологии осуществления изменений (changemanagement), но именно это нашим предприятиям пока, к сожалению, неинтересно».

Итак, предложение есть. Важно, чтобы у менеджмента потребителя сформировалось доверие к поставщику и желание расстаться со вчерашними стереотипами.

**Зинаида Сацкая**



Зал со станками в Учебном центре Trumpf

# Эффективность и рентабельность



Едва ли есть на этом свете что-то, чего никто не пытался сделать немного хуже и продать немного дешевле. А люди, которые ориентируются только на цену, становятся закономерной жертвой таких махинаций.

Глупо платить слишком много, но еще хуже — заплатить слишком мало. Если Вы заплатили слишком много, то всего лишь расстались с частью денег. Если же Вы, напротив, заплатили слишком мало, Вы можете потерять все, поскольку купленный Вами предмет неспособен выполнить свою задачу.

Законам экономики противоречит за маленькие деньги приобретать большую ценность. Если Вы выбираете самое низкое ценовое предложение, то обязательно должны заложить в Ваш расчет стоимость риска, на который Вы идете. А уж если Вы это делаете, то это значит, что у Вас наверняка достаточно денег, чтобы вложить их во что-то лучшее.

Джон Рускин  
английский соцреформатор (1819-1900 гг.)

# СТАВКА НА КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД

О ТОМ, КОГО И ЧЕМУ УЧИТ КОМПАНИЯ «ВЕБЕР КОМЕХАНИКС», РАССКАЗЫВАЕТ ДИРЕКТОР ДЕПАРТАМЕНТА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ КИРИЛЛ ПАНЧЕНКО.



## Есть ли в компании подразделение, занимающееся разработкой программ обучения и собственно обучением?

Разработкой программ обучения и передачей опыта работы на оборудовании занимаются сотрудники конструкторско-технологического центра, где работают конструкторы, программисты, технологи, специалисты по обеспечению режущим и вспомогательным инструментом. Они регулярно проходят обучение на заводах наших поставщиков, принимают участие в специализированных семинарах.

Среди базовых программ обучения специалистов заказчика — передача навыков работы на металлорежущих станках с системами ЧПУ компаний Fanuc, Siemens, Heidenhain, разработка технологии обработки и управляющих программ, работа в CAD-CAM-системах, обучение специалистов наладке, техническому обслуживанию и ремонту оборудования. Все программы обучения адаптируются с учетом индивидуальных потребностей заказчика, количества обучаемых, уровня начальной подготовки персонала, сложности обрабатываемых деталей и пр.

Обучение может проводиться как на предприятии заказчика, так и в нашем демонстрационно-технологическом центре, где представлены токарные и фрезерные станки, трубогибы, установки для зачистки листа после резки, робототехническое и сварочное оборудование и созданы необходимые условия для практических и теоретических занятий.

## Обучаете ли разовых клиентов?

Мы не разделяем наших клиентов на постоянных и обратившихся впервые.

## Сотрудничаете ли с вузами?

«Вебер Комеханикс» активно сотрудничает с вузами, в т.ч. с МГТУ им. Баумана, МГТУ «СТАНКИН», СГТУ и др. Мы регулярно участвуем в совместных мероприятиях и приглашаем студентов на нашу площадку для демонстрации работы оборудования, проведения обучающих семинаров, где рассказываем о новинках в области технологии машиностроения, о прогрессивных методах обработки.

Наша компания принимает участие в перспективных научных разработках. На прошедшей выставке «Металлообработка–2017» был представлен результат совместной работы с МГТУ «СТАНКИН»: токарный станок с интегрированной отечественной системой ЧПУ «Перспектива». Реализация подобных задач сейчас особенно актуальна для российского станкостроения.

## Вы учите только работе на приобретаемом оборудовании или с целью ознакомления с перспективными технологиями?

Одно неразрывно связано с другим, особенно если речь идет об инженерном персонале. В процессе обучения, например, технологов затрагивается много сопутствующих вопросов, касающихся как конкретного при-

обретаемого оборудования, так и перспективных решений в области технологии, инструментального оснащения, современного оборудования. Рассматриваются варианты эффективных решений текущих задач заказчика с использованием нашего собственного многолетнего опыта в сочетании с опытом наших партнеров — ведущих станкостроительных заводов. В случае с персоналом рабочих профессий, например, операторов станков задачи, конечно, ставятся менее глобально.

## Есть ли в обучающих программах место инжинирингу?

Подготовка кадров заказчика может являться составной частью инжиниринговых проектов. В задачи специализированного подразделения «Вебер Инжиниринг» входят модернизация и проектирование промышленных предприятий, разработка перспективных планов развития. В рамках подобных проектов своевременное обучение персонала заказчика позволяет эффективно использовать высокотехнологичное оборудование и снизить риск поломок и простоев, которые могут быть вызваны недостаточной квалификацией персонала, сократить время обработки, что в свою очередь повышает эффективность производства в целом.

## Как вы определяете заинтересованность клиента в обучении?

Как правило, предприятие, приобретая новое для него оборудование, заинтересовано в обучении своего персонала. Кадровый вопрос всегда остро стоял на предприятиях, и за последнее время он не потерял своей актуальности. Исходя из нашего опыта, в тесном взаимодействии с заказчиком мы формируем программу обучения и в зависимости от поставленных производственных задач рекомендуем включить те или иные вопросы, которые будут востребованы.

## Считаете ли вы, что это усиливает ваше конкурентное преимущество?

Компаний, которые способны не только поставить современное оборудование под задачи клиента, качественно выполнить пусконаладочные работы и обеспечить гарантийное и постгарантийное обслуживание, но и помочь в подготовке специалистов по работе и обслуживанию данного оборудования, на рынке единицы. Комплексный подход является одним из конкурентных преимуществ «Вебер Комеханикс».

В заключение хотелось бы добавить, что эффективность производства неразрывно связана с уровнем подготовки персонала. «Вебер Комеханикс» понимает важность этой задачи и готов делиться своим опытом и знаниями, чтобы помочь машиностроительным предприятиям выйти на качественно новый уровень.





## ЧЕМУ УЧИЛИ И ЧЕМУ НАУЧИЛИСЬ



Михаил Доронин, главный технолог ОАО «Щербинский лифтостроительный завод»: **«Семинар перевернул наше сознание»**

Когда у нашего завода появилась возможность, мы приобрели современные комплексы лазерной резки, листогибочные прессы, координатно-пробивные станки компании TRUMPF. В какой-то момент мы поняли, что, даже обладая новейшим технологическим оборудованием, мы остаемся в плену старых конструктивно-технологических решений и не до конца используем его возможности. И когда мы узнали, что у компании TRUMPF есть обучающий семинар «Конструирование из листа», мы заказали его для специалистов нашего завода.

Из головного офиса Германии к нам на завод приехали два специалиста, чтобы провести этот семинар. В группе участников было 4 технолога и 8 конструкторов. Мы сознательно послали учиться технологов, потому что они, сталкиваясь с проблемами изготовления, понимают, что порой необходимо упростить технологию изготовления детали.

Сначала мы с немецкими специалистами прошли по всей технологической цепочке, начиная со склада металла и заканчивая цехами сборки лифтов. Мы прошли по участку сварки, которому уделили особое внимание. Нашей целью было создание конструкции, где формобразование происходит в результате гибки детали, изготовленной на координатно-пробивном или станке

лазерной резки, а операция сварки отсутствует практически полностью, потому что здоровье наших рабочих нам небезразлично и вентиляционные системы нынче недешевы.

По результатам ознакомления с производством немецкими специалистами была выбрана рама — сварная сборочная единица. Она входит в устройство контроля натяжения канатов лифта, то есть очень ответственная деталь узла безопасности, который в случае неравномерной вытяжки или разрушения одного из трех канатов останавливает работу лифта. Раньше рама состояла из нескольких деталей, при изготовлении предполагавших операции отрезки, штамповки, гибки, сверления или пробивки отверстия, механической обработки, а затем дуговой сварки, от которой мы стараемся избавиться (**рис. 1а**). На этом примере нам показали, как на современных станках Trumf, выстроенных в единую технологическую цепочку, можно изготовить раму, которая по своим характеристикам полностью соответствует прежней сварной сборочной единице (**рис. 1б**).

Работать на современных листообрабатывающих станках мы уже умели, но немецкие специалисты абсолютно перевернули наше сознание, научили нас думать по-новому. Результат обучающего семинара можно теперь выразить числом: на изготовление сварной рамы уходило 15,33 мин, а теперь 5,15 мин.



Рис. 1. Технологическая оптимизация изделия: рама сварная (а), рама гнутая (б)



Денис Петрашов, инженер-технолог ОАО «Тверской вагоностроительный завод»: **«Все остались в плюсе».**

У нас на заводе специалисты московского офиса компании TRUMPF обучали технологов и конструкторов прогрессивным методам использования листогибочного оборудования. Сначала они объяснили методы эффективного использования заготовительного оборудования, а потом на конкретной детали показали, как можно их полностью сделать эффективнее, дешевле, не прибегая к механообработке и сварочным операциям. В полном объеме избавиться от механообработки и сварки отказаться нельзя, но изменить какие-то детали получилось. Больше скажу. На последних занятиях еще попросили каждого участника подумать и на второе занятие принести уже какую-то деталь с идеями по ее преобразованию и более эффективному изготовлению. И это получилось. Все-таки интерактив, взаимодействие с высококвалифицированными специалистами посредством диалога — невероятно эффективная вещь. Мы определенно стали более широко использовать имеющееся оборудование, а главное — при проработках деталей на технологичность стали использовать методы, освоенные в процессе обучения. У конструкторов появилось больше возможностей реализовывать свои идеи, делать что-то более красивое — им это важно. А нам, технологам, важнее то, что удастся сделать с меньшими издержками. В любом случае все остались в плюсе.



Василий Савин, руководитель механической группы завода РМА Рус, г. Елабуга, Республика Татарстан:  
**«Мы получили компетентные ответы и создали специалистов широкого профиля»**

При запуске немецкого завода трубной нефтегазовой арматуры «РМА Рус» в России мы обратились за помощью в компанию «Финвал», поскольку уже имели опыт взаимодействия с ней. При поддержке специалистов «Финвала» были проведены пусконаладочные работы станков с ЧПУ, и следующей задачей было обучение специалистов для работы на данном высокотехнологичном оборудовании.

Наш завод занимается изготовлением крупнобаритных деталей массой от 5 кг до 15 тонн, и персонал станочников уже имел опыт работы, но мне нужен был высококвалифицированный консультант, который мог бы научить эффективно — это главное! — работать на современных станках с ЧПУ. Мы прошли курсы как по программированию, так и по техническому и постгарантийному обслуживанию. Считаю, что учеба пошла впрок, потому как уже два года самостоятельно решаем все технические задачи, возникающие в процессе производства. А что касается серьезных проблем с электроникой, то, конечно, не обойтись без помощи специалистов, которые занимаются именно электроникой любых видов станков. У нас богатый станочный парк, работает высокотехнологичная корейская, японская и чешская техника с устройствами числового программного управления Fanuc и Heidenhain.

Что мне очень понравилось в работе с «Финвалом», это не схема «учитель — ученик», а сотрудничество. Например, «Финвал» приветствовал нашу корректировку программы для станка с ЧПУ. Кроме того, совместно со специалистами «Финвала» мы разработали более инновационный подход к обучению, то есть мы исследовали сложные технологические вопросы, возникающие не у оператора, а у специалиста более высокого уровня, к которым мы относим наладчиков. И на все вопросы, которые возникли при обучении, мы получили компетентные ответы.

Желание каждого собственника — получить работника, обладающего навыками soft skills, то есть многофункциональными возможностями, связанными не только с конкретной должностью, и это совпало с обучающими принципами «Финвала», в ходе взаимодействия с которым получилось создать многофункционального рабочего. Наш рабочий может программировать, заниматься ремонтом, постгарантийным обслуживанием, профилактическими работами. Это привело к оптимизации численности сотрудников. Сегодня механическая группа составляет 10 человек и работает в 2 смены, а первоначально планировалось большее количество сотрудников. И это прямой результат взаимодействия с «Финвалом».

## УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР ЦТМ

### Мы открываем новые возможности

Лицензия №038684 от 31 августа 2017 г.  
на осуществление образовательной деятельности

## ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ

- ✓ Оператор-наладчик станка с ЧПУ (токарная обработка, фрезерная обработка, автоматы продольного точения). Системы ЧПУ FANUC, SIEMENS, HEIDANHAIN
- ✓ Разработка управляющих программ в среде FANUC, SIEMENS (диалоговое программирование)
- ✓ Проектирование технологии и обработки в САМ-системах (фрезерная, токарная, многоосевая обработка)
- ✓ Техническое обслуживание и эксплуатация систем ЧПУ (FANUC, SIEMENS, HEIDANHAIN)
- ✓ Монтаж, наладка и ремонт гидро- и пневмоприводов станков с ЧПУ
- ✓ Диагностика надежности технологических систем станков с ЧПУ
- ✓ Ввод в эксплуатацию и обслуживание систем с ЧПУ

### ЦЕНТР ТЕХНОЛОГИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Производственный аутсорсинг, обучение, технологическая подготовка производства

Россия, 115088, г. Москва, 2-й Южнопортовый пр., д. 14/22

Тел: +7 (495) 247 55 74

Факс: +7 (495) 247 55 74

WWW.FINVAL.RU, ctm@finval.ru

Валерий Погодин, главный специалист по эксплуатации и ремонту оборудования управления организации ремонтов Азотного комплекса АО «ФосАгро-Череповец»  
ПАО «ФосАгро», Вологодская обл.:  
**«С SKF мы не знаем головной боли»**

Мы, конечно, работали с подшипниками и до обучения у компании SKF. Но было понимание, что появляются более современные методы, более совершенные инструменты и приспособления, поэтому нам интересно было вместе с обучением получить и новый инструментарий. Специалисты SKF приехали к нам на фирменном фургоне, который оказался полностью оснащенный учебным классом. Один день занял курс лекций по правильному монтажу, демонтажу и ремонту подшипниковых узлов. На другой день мы прослушали курс лекций по диагностике. И еще один день был посвящен различным учебным стендам для диагностики подшипниковых узлов, для



Юрий Федосеев, главный эксперт по надежности филиала АО Группы «Илим», г. Братск, Иркутская обл.:  
**«Рабочих учим как саперов, которым ошибаться нельзя»**

В октябре 2007 г. компании International Paper и «Илим Холдинг» создали совместное предприятие Группа «Илим». Когда мы стали перенимать у зарубежных партнеров лучшие практики по ремонтам, выяснилось, что они используют практики SKF, в том числе для обучения сотрудников. Примерно тогда же мы провели первый тренинг, а два года назад, уже поняв преимущества от использования лучших практик, стали совершенствовать учебный процесс и с помощью SKF оснастили учебный класс по ремонту и техническому обслуживанию. Компания предоставила нам множество вариантов стендов — для монтажа подшипников, для их демонтажа, для обслуживания ременных передач, цепных передач и укомплектовала все инструментом. Мы закупили у SKF

центровки валов деталей машин и многим другим полезным вещам. Но и после обучения компания не оставила нас без своего внимания. У нас с ними заключен большой сервисный договор, потому что на самых технологически важных и ответственных позициях стоят подшипники SKF, хотя мы используем подшипники разных фирм. И компания SKF пошла на такой шаг, как закрепление за нами отдельного специалиста, который помогает нам в решении технических проблем. Возникла, например, проблема со смазкой — человек из петербургского офиса в этот же день появляется на нашей производственной площадке, разбирается с проблемным узлом, разрабатывает вариант решения, который выносит на наше обсуждение. Вообще с подшипниками SKF мы не знаем головной боли, во-первых, по причине их непревзойденного качества, во-вторых, из-за сервисного сопровождения, которое в нашем варианте является продолжением обучения.

стенды и сейчас успешно проводим на них занятия по обучению базовым методам, которые применимы везде, на всех механизмах и устройствах. Но есть специальные задачи, и если мы решить их не можем, мы приглашаем специалистов SKF. На сегодня обучено 255 человек, то есть примерно 50% нашего персонала. Это линейные руководители механических служб, механики цехов, мастера по ремонту, службы главных механиков, главные механики. Примерно 70% обучаемых — это рабочие. Результаты очень наглядны. Мы сейчас проводим квалификационную оценку слесарей. Так вот 95% тех, кто прошел обучение, подтвердили свою квалификацию, а среди тех, кто обучение не прошел, свою квалификацию подтвердили 60–65%. Стенды недешевы, но они себя многократно окупают, потому что позволяют безболезненно для производства отшлифовать практически все возможные ситуации монтажа и демонтажа, что позволяет нам избегать ошибок при техническом обслуживании. Ведь на производстве нельзя вернуться в начало производственного процесса, там, как саперу, ошибаться нельзя, нужно с первого раза делать все правильно.



Андрей Бунин, директор центра обучения кадров КАО «Азот», г. Кемерово: **«Простоев стало меньше»**

У нас большое предприятие. Есть ремонтная служба, которая состоит из слесарей по ремонту оборудования. Время от времени необходимо знакомить ремонтный персонал с новыми подходами к ремонтным работам, и, говоря современным языком, мы начали искать на рынке обучающий продукт для нашего персонала. Так мы вышли на фирму SKF, которая помимо того, что производит хорошие подшипники, еще и обучает их правильной эксплуатации. Их предложение показалось нам привлекательным по всем параметрам. Обучение началось с информации о том, как подшипники правильно хранить, чтобы они не теряли своих потреби-

ТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ, как правильно их ставить и снимать, какие могут быть причины повреждения подшипников, как их диагностировать. Вид дефекта может вывести на причины его возникновения и предотвратить сбой в технологической цепочке. Компания SKF поставила нам учебное оборудование, сопутствующий инструмент. Учебные комплексы SKF не только теорию дают, но и позволяют на практике отрабатывать приемы работы. Но главное, компания обучила пятерых наших работников, которые теперь уже в качестве тренеров учат наш персонал, и таким образом все проблемы обучения мы закрываем сами. Группы формируем небольшие, по пять человек, и уже составлен план обучения на несколько лет вперед.

Цель нашего, как и любого другого, предприятия — выпуск и реализация продукции. Могу определенно сказать, что простоев стало меньше, а это значит, что продукции мы выпускаем больше.

## ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ОБУЧЕНИЮ — ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ РАБОТА НА ОБОРУДОВАНИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ АВТОМАТИКИ ИМ. Н.Л. ДУХОВА» (ФГУП «ВНИИА») ВХОДИТ В СОСТАВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ КОРПОРАЦИИ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ «РОСАТОМ» И ЯВЛЯЕТСЯ ГОЛОВНОЙ ОРГАНИЗАЦИЕЙ В РОССИИ ПО СОЗДАНИЮ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ АТОМНЫХ И ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ.

В 2017 году наше предприятие приобрело несколько лицензий программы SprutCAM. Вместе с лицензиями нам были переданы постпроцессоры и 3D-виртуальные модели, разработанные для многоосевого оборудования, используемого в наших цехах.

Помимо предоставления программного обеспечения для нас было проведено обучение в компьютерном классе компании ООО «Центр СПРУТ-Т» в Москве. Обучение проходило в два этапа. На первой неделе проводилось обучение по использованию самого SprutCAM. Преподаватель (Николай Романов) разбирал типовые примеры обработки, а мы параллельно проделывали те же самые действия за своими компьютерами. Кроме типовых примеров были разобраны примеры с применением нашего оборудования, что очень помогло в дальнейшем при разработке управляющих программ на своем рабочем месте.

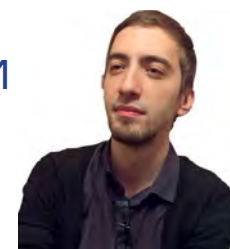
В целом SprutCAM относительно легок в освоении и интуитивно понятен. Сложности могут возникнуть в работе с многоосевым оборудованием, но это временное явление. У обучения разработке постпроцессоров гораздо выше порог вхождения. Но даже это не мешает новичкам добиться в этом деле результата, так как преподаватель посвящает достаточно много времени основам программирования. В процессе обучения мы разработали постпроцессор для нашего станка, который самостоятельно отладили и используем в рабочем процессе. К слову, после обучения мы смогли не только вносить изменения в постпроцессоры, имеющиеся в SprutCAM,

но и самостоятельно создавать их для любых трех- и четырехкоординатных фрезерных станков. Так как при работе с операторами и наладчиками могут возникнуть разногласия в видении кода УП, умение внести в постпроцессор необходимые корректировки, не прибегая к услугам фирмы – поставщика ПП, значительно упрощает и ускоряет рабочий процесс. А реализация своих собственных идей, будь то служебная информация о переходах и инструменте или особый вывод подпрограмм, улучшает читаемость и понимание кода.

Отдельно хотелось бы отметить обратную связь. После обучения и начала активного использования средств для разработки УП и постпроцессоров, конечно, возникали вопросы и предложения. Сотрудники техподдержки своевременно помогали справляться с возникшими трудностями.

Особенно понравилось то, что обучение проводилось персонально для сотрудников ФГУП «ВНИИА», а не для разношерстной группы технологов с разных предприятий. Это позволило равномерно осваивать материал в процессе всего обучения и встраивать в процесс обучения примеры с нашими реальными деталями и сразу применять новые навыки на практике.

В целом мы получили от обучения то, что и ожидали, и в самый короткий срок начали создавать управляющие программы на своих рабочих местах.



Георгий Георгиевич Бодруг,  
инженер-технолог,  
ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт  
автоматики им. Н.Л. Духова»

### Обучение, внедрение, техподдержка

**Поддержим Вас технически и морально!**

# СОВРЕМЕННЫЕ ШЛИФОВАЛЬНЫЕ СТАНКИ: НОВЫЕ МЕТОДЫ АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ (часть 1)

РЫНОК ШЛИФОВАЛЬНЫХ СТАНКОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ КАЧЕСТВО ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ДЕТАЛЕЙ, ПОСТОЯННО РАСШИРЯЕТСЯ. АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ, ПОЯВЛЕНИЯ НОВЫХ МЕТОДОВ ШЛИФОВАНИЯ И КОНСТРУКЦИЙ СТАНКОВ ПРЕДСТАВЛЯЕТСЯ АКТУАЛЬНОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЗАДАЧЕЙ.

Известно, что победа в экономическом развитии общественной формации определяется уровнем производительности труда. Станки всегда являлись средствами производства. В настоящее время шлифование составляет в среднем более 25% механической обработки в мире, причем 70% высокоточной обработки выполняется именно на шлифовальном оборудовании [1]. Общим для этого вида оборудования является обработка заготовок абразивными инструментами.

Шлифовальные станки обеспечивают 4...5...6...7 квалификации ИСО. При традиционном шлифовании достигают параметра шероховатости поверхности  $Ra = 1,25...0,32$  мкм, при точном шлифовании —  $Ra = 0,38...0,08$  мкм, а при отдельных операциях —  $Ra = 0,08...0,02$  мкм.

Разнообразие шлифовальных станков можно представить и оценить, если рассмотреть классификацию станков по ряду признаков.

По классификатору ЭНИМС от 1937 года предусмотрено разделение всех универсальных металлорежущих станков на 9 групп. Группы делят на типы, а типы — по размерам станков или обрабатываемых заготовок. В основу классификации станков положен технологический принцип обработки и назначение станка. Однако в настоящее время ряд российских предприятий по примеру европейских коллег вводят свою, фирменную классификацию. Собранные автором и представленные на рис. 1 семь признаков классификации вполне исчерпывающе характеризуют существующее многообразие шлифовальных станков. Наличие всевозможных технических задач, решаемых с применением шлифовальных станков, определяет объем и состояние рынка этого оборудования.

В основе целей совершенствования шлифовальных станков лежит ряд моментов. Приоритетными из них являются изменяющиеся технические требования к деталям: состав и свойства материала, повышение точно-

сти и качества поверхности деталей, а также снижение себестоимости их обработки. Решением возникающих задач являются инженерные рекомендации по развитию технологии обработки и конструкции оборудования. Рассмотрим принципиальные технологические направления изучения и развития процесса резания при шлифовании, которые позволяют этому процессу выйти за пределы статуса финишной, отделочной операции, чтобы стать основным методом удаления металла в некоторых процессах обработки.

## СКОРОСТНОЕ ШЛИФОВАНИЕ

Согласно принятой по ГОСТ 23505-79 терминологии, скоростное шлифование достигается при скорости вращения круга 35–60 м/с, а высокоскоростное — свыше 60 м/с (High Speed Grinding — HSG). Хорошо известно, что повышение скорости без изменения подачи детали позволяет повысить стойкость шлифовального круга в 1,5...2,5 раза благодаря уменьшению средней толщины стружки и, следовательно, нагрузке на зерно и снизить шероховатость шлифованной поверхности  $Ra$  за счет уменьшения глубины врезания отдельных зерен при постоянном съеме металла.

Скоростное шлифование с пропорционально увеличивающейся подачей детали пропорционально увеличивает минутный съем металла при сохранении стойкости круга и заданного параметра шероховатости  $Ra$ . Экспериментальные исследования и практика скоростного шлифования показывают, что увеличение минутного съема металла сопровождается повышением интенсивности резания, увеличением тепловыделения в зоне шлифования и образованием прижогов.

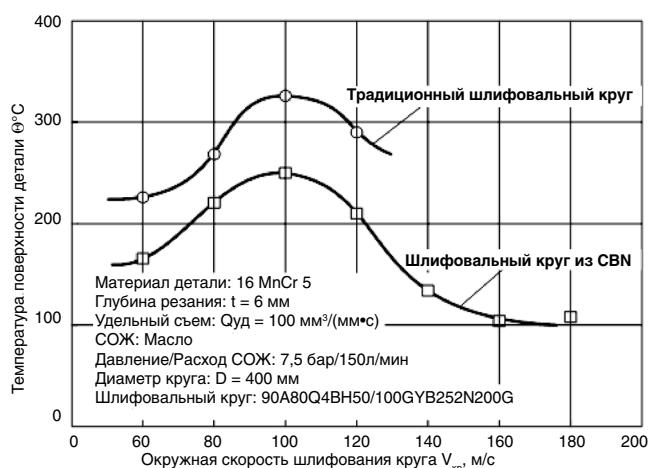
Изыскания отечественных авторов [2, 3] в области скоростного и высокоскоростного шлифования, как правило, ограничивались значениями окружной скорости круга в пределах 60...80 м/с. Как правило, в отече-



Рис. 1. Классификация шлифовальных станков

ственной практике скоростное шлифование применялось в двух случаях: как чистовое для обработки деталей с малым припуском и малой жесткостью и как силовое, при котором круг прижимается к шлифуемой поверхности с большой силой, чтобы снимать стружку большой глубины.

Исследования высокоскоростного глубинного шлифования, проведенные зарубежными авторами в последние годы [4], установили интересные закономерности. На **рис. 2** показано влияние скорости круга на максимальные температуры поверхности детали при постоянном удельном съеме ( $100 \text{ мм}^3/\text{мм}\cdot\text{с}$ ) и большой глубине резания (6 мм). Рост температуры можно видеть при повышении скорости шлифования до 100 м/с, а дальнейшее увеличение скорости круга приводит к снижению температуры. Установленная зависимость идентична для разных характеристик шлифовальных кругов.



**Рис. 2.** Влияние скорости круга  $v_{кр}$  на максимальные температуры  $\Theta^\circ\text{C}$  при постоянной высокой скорости удаления металла и большой глубине резания [4].

Объяснение, данное Tawakoli для этого явления, относится к очень короткому периоду времени, когда абразивные зерна круга контактируют с деталью. Поверхность детали не находится в тепловом равновесии. Тепловой импульс сначала распространяется по поверхности, прежде чем он проникает в заготовку. Нагретая поверхность облегчает удаление следующего элемента стружки и, таким образом, уменьшает силы шлифования. Однако, прежде чем тепло может распространиться на поверхности, следующий элемент стружки удаляется, забирая тепло с собой. Критическая скорость круга, во время которой эти эффекты начинают проявляться, составляет около 100 м/с. Когда скорость круга превышает критическое значение, быстрое удаление стружки снижает температуру поверхности детали.

По мнению авторов работы [1], представленные на **рис. 2** данные говорят об общей тенденции, однако падение температуры может быть менее выраженным или температура шлифования может просто выравниваться после 100 м/с.

Следует отметить, что в Европе и США на промышленных предприятиях реально и широко в производственных условиях применяется высокоскоростное шлифование. По мнению автора работы [5], к 1995 г. средняя скорость шлифования кругами из CBN на предприятиях США составляла 120 м/с, а к 2000 г. уже 160 м/с. В настоящее время сообщается о создании и внедрении в про-

изводство станков, обрабатывающих высокопрочный чугун со скоростью 200 м/с. Эксперименты со скоростью шлифования до 500 м/с проводились с 1991 г., однако применение столь высоких скоростей в действующем производстве сдерживается требованиями безопасности.

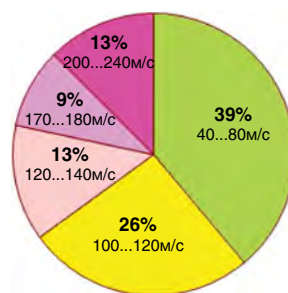
На **рис. 3** систематизированы ответы на вопрос о максимальной скорости шлифования кругами CBN, используемой на предприятии—изготовителе станков или у заказчика. Вопрос задавался президентам и генеральным менеджерам станкостроительных компаний из различных стран на международных конференциях и выставках EMO 2007 и IMTS 2008 [6].

В связи с появлением кругов из суперабразивов (алмаза и CBN) и созданием новейших типов станков скорость круга 120...200 м/с стала обычной для производственной практики Германии, Швейцарии, США и Японии, а также ряда других государств. Лабораторные испытания проводились и проводятся при скоростях, достигающих 400 м/с [7], что свидетельствует о приходе эпохи ультраскоростного шлифования. В настоящее время ультраскоростное шлифование считается революционным процессом, который приведет к изменению всех без исключения аспектов, относящихся к шлифованию в частности и к производству вообще. Международная академия производственных технологий (CIRP) относит ультраскоростное шлифование к одному из главных направлений исследований в XXI веке [6].

Рациональное протекание процесса скоростного шлифования обеспечивают, в первую очередь, правильно спроектированная конструкция станка, точно подобранная характеристика круга и создание соответствующих условий функционирования процесса (обеспечение жесткости станка, состав СОЖ и условия ее подачи, средства и режимы правки и т. д.).

Важнейшим условием стабильной работы шлифовального круга на высокоскоростных режимах является связка, основной функций которой: удерживать абразивные зерна в процессе резания, изнашиваться с необходимой скоростью по отношению к скорости износа зерна и противостоять центробежным силам, особенно на высокой скорости обработки. В современных условиях необходимо внедрение новых связующих компонентов, а также системы их выбора для конкретных условий обработки.

На **рис. 4** показана связь типа связки шлифовального круга, достигаемого удельного съема  $Q_{уд}$  с окружной скоростью круга [8]. Видно, что наивысшую технологическую производительность обеспечивают круги из CBN на гальванической связке, которые хоть и не подвергаются правке в обычном смысле, но тем не менее за счет высоких скоростей резания ( $\geq 250 \text{ м/с}$ ) могут обеспечить значения  $Q_{уд}$  до  $10000 \text{ мм}^3/\text{с}$ . Следует отметить, что использование металлических связок — одна из наиболее распространенных технологий при изготовлении кругов из суперабразивов.



**Рис. 3.** Скорости резания, применяемые в настоящее время при шлифовании кругами CBN на предприятиях США, Германии, Швейцарии и Великобритании.

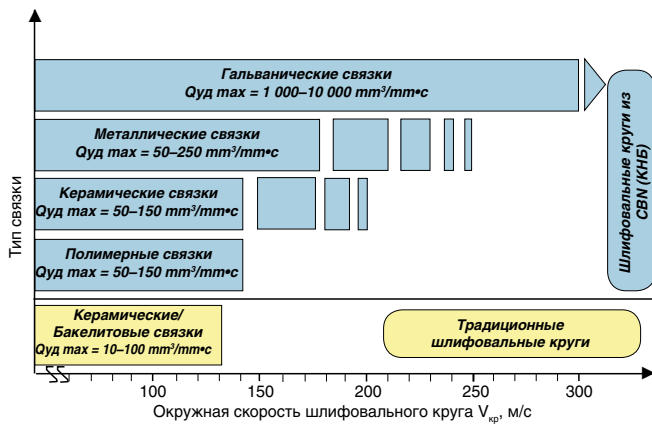


Рис. 4. Существующие ограничения по съему  $Q_{уд}$  для высокоскоростного шлифования при применении кругов на различных связках.

Увеличение скорости круга благоприятно сказывается также на удельной энергии шлифования, однако положительный эффект снижается с увеличением скорости подачи детали  $v_d$ . Другими словами, скорость круга  $v_{кр}$  оказывает значительное влияние на энергию при малых значениях  $v_d$ .

Принципиально меняется и отношение к конструкции шлифовального круга. Так, в обзоре [9] текущих и недавно завершенных глобальных исследовательских проектов в области шлифования указывается, что испытания ультраскоростного шлифования проводились кругом из CBN на керамической связке со специально разработанной ступицей из углепластика при окружной скорости круга 300 м/с. Корпуса кругов стремятся делать [6] равнопрочными и легкими; для этого предлагается использовать титано-алюминиевые сплавы — одни из самых легких материалов, применяемых в аэрокосмической промышленности, с минимально возможным числом отверстий и фланцев.

ГЛУБИННОЕ ШЛИФОВАНИЕ

Глубинное шлифование (ГШ) как метод обработки предложили в Германии в конце 1950-х годов Эдмунд и Герхард Ланг. Традиционное глубинное шлифование (Creep-Feed Grinding — CFG) деталей производится при глубине резания 0,1...30 мм, скорости перемещения детали 0,05...0,5 м/мин и скорости круга 20...60 м/с, при этом достигается удельный съем 0,1...10  $mm^3/mm^2 \cdot c$ .

ГШ присущи увеличенная длина пути, проходимого абразивным зерном в контакте с деталью, а также повышенное количество абразивных частиц, одновременно находящихся в контакте. Каждое зерно срезает более тонкую, но более длинную стружку, чем при обычном шлифовании. Поскольку в контакте с деталью одновременно находится больше абразивных частиц, чем при традиционном шлифовании, наблюдается сильное тепловыделение, что диктует требование эффективного охлаждения.

Работами Werner G. [10, 11] экспериментально установлена экстремальная зависимость температуры шлифования периферией круга от глубины резания  $t$  при заданной производительности обработки (рис. 5). Температуру измеряли с помощью термопары при шлифовании стали S6-5-2, аналога отечественной инструментальной быстрорежущей стали P6M5. Постоянство съема достигалось за счет пропорционального уменьшения скорости

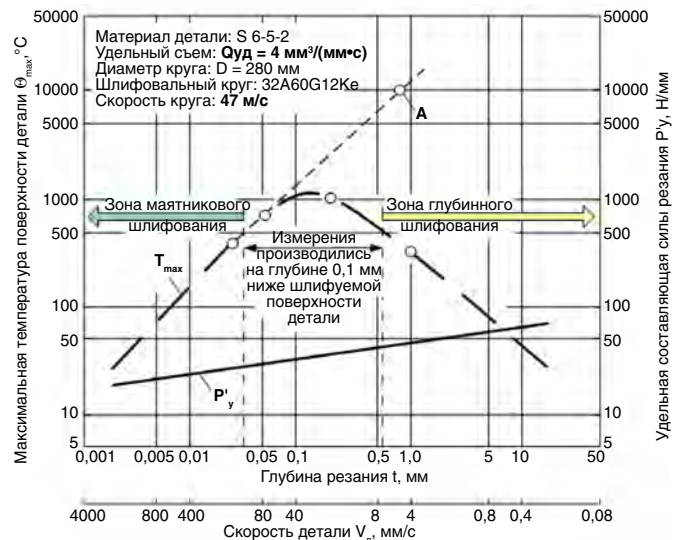


Рис. 5. Температура поверхности детали  $\Theta_{max}^{\circ}C$  в зависимости от глубины резания  $t$  и пропорционально изменяющейся скорости детали  $v_d$  [4]

детали  $v_d$  с увеличением глубины резания  $t$ , т. о. шлифование детали производили как в условиях маятникового (многопроходного) шлифования (с небольшой глубиной резания), так и глубинного шлифования (с глубиной резания 1...10 мм).

В работе [12] разработана математическая модель определения температуры при ГШ, которая подтверждает экстремальный характер изменения температуры по толщине снимаемого припуска. Установлено, что при ГШ максимальная температура, достигаемая в слое снимаемого припуска, в 2 раза больше температуры поверхностного слоя обработанной детали. В итоге образующееся при ГШ тепло не успевает распространиться в глубь поверхностного слоя детали, а концентрируется в слое снимаемого припуска и уносится образующимися стружками.

ГШ в сочетании с другими методами шлифования рождает разнообразные комбинированные методы. Так появился метод глубинно-скоростного шлифования с увеличенной скоростью подачи (high-efficiency deep grinding — HEDG). HEDG начал развиваться главным образом в Германии и Китае в середине 1980-х — начале 1990-х годов [6].

На рис. 6 показано, что существуют различные области использования методов шлифования, таких как ГШ и высокоэффективное глубинное шлифование HEDG [4]. В области HEDG, когда скорость подачи обрабатываемой

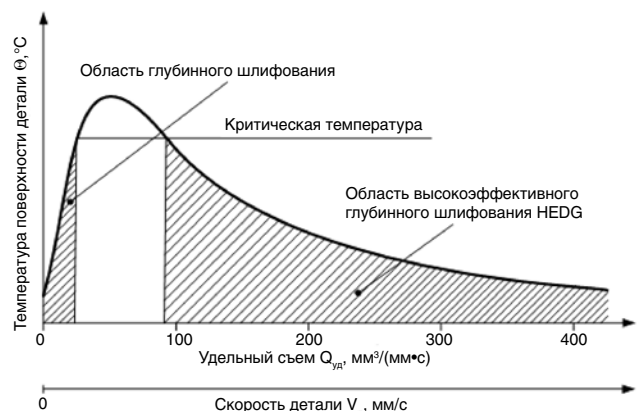


Рис. 6. Качественная картина влияния скорости детали и съема на температуру поверхности при ГШ



детали увеличивается, температура шлифования уменьшается из-за уменьшения времени, доступного для любого повышения температуры. Tawakoli также обнаружил, что удельная энергия шлифования существенно меньше при применении HEDG ( $7,05 \text{ J/mm}^3$ ) по сравнению с ГШ ( $122,5 \text{ J/mm}^3$ ).

### БЫСТРОХОДНОЕ ШЛИФОВАНИЕ

Процессом быстроходного шлифования (Speed-Stroke Grinding — SSG) предлагается называть процесс, характеризующийся высокой скоростью перемещения стола, до 200 м/мин при ускорении до  $50 \text{ м/с}^2$  [6], глубине резания  $0,001 \dots 1 \text{ мм}$  и скорости круга  $30 \dots 200 \text{ м/с}$  [13]. Фактически представленный процесс является комбинированным с HSG. Первые работы по исследованию данного метода шлифования появились в конце 80-х годов. Технологическая целесообразность метода хорошо иллюстрируется рис. 5 и данными, приведенными ниже.

На рис. 7 показано, как при плоском быстроходном шлифовании составляющая силы резания  $P_y$  в диа-

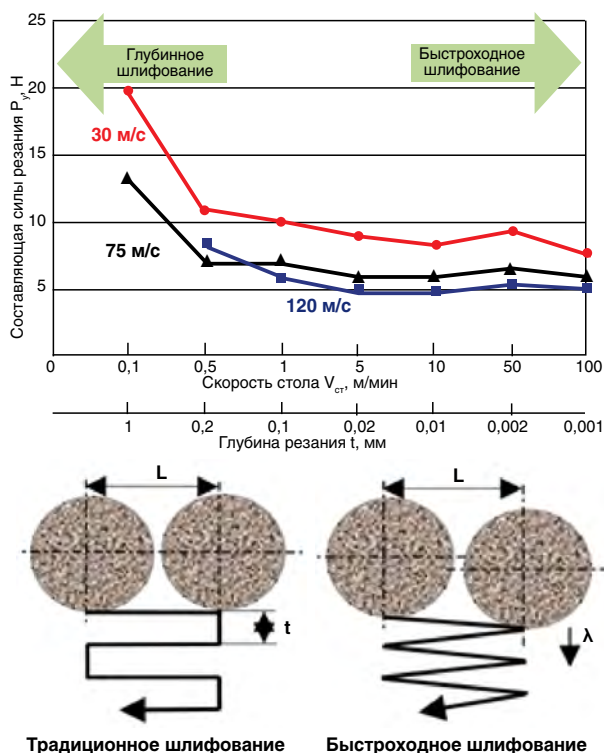


Рис. 7. Влияние условий шлифования ( $v_{ст}$ ,  $t$ ) с постоянным съемом на силу резания  $P_y$  [13].

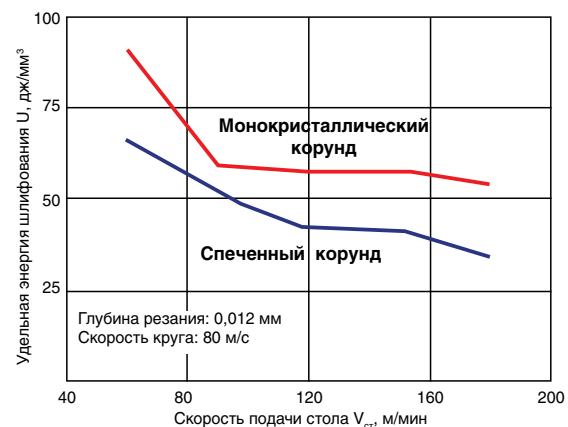


Рис. 8. Зависимость удельной энергии шлифования  $U$  от скорости подачи стола  $V_{ст}$  [14].

пазоне скоростей шлифования  $30 \dots 120 \text{ м/с}$  снижается с увеличением скорости стола при постоянном удельном съеме  $Q_{уд}$ . Наименьшие значения  $P_y$  достигаются при скорости шлифовального круга  $120 \text{ м/с}$ .

Рис. 8 иллюстрирует зависимость удельной энергии шлифования от скорости подачи стола для различных типов кругов при быстроходном шлифовании SSG. Как следует из приведенных данных, высокоскоростное быстроходное маятниковое шлифование может обеспечить повышение съема материала без дефектов обработанной поверхности.

На рис. 9 показаны удельные составляющие силы резания  $P_y$  при быстроходном шлифовании SSG с разными скоростями стола обрабатываемых образцов из стали ШХ15 в зависимости от их твердости. Изменение твердости образцов практически не влияет на силовую составляющую, в то время как увеличение скорости стола существенно снижает  $P_y$ .

Как отмечается в работе [6], большинство исследователей обособили преимущества быстроходного шлифования SSG, обратив особое внимание на тот факт, что в данном процессе формирование стружки начинается раньше, чем при традиционном шлифовании. Соответственно это приводит к увеличению толщины среза, соответственно по сравнению с традиционным шлифованием изменяется соотношение между пластической и упругой деформациями. Процесс стружкообразования облегчается. Трение в зоне зерно-материал снижается, что наряду со снижением времени контакта снижает энергетическую и тепловую напряженность процесса.

В связи с образованием меньшей тепловой энергии при высокоскоростном маятниковом шлифовании можно работать с пониженной подачей СОЖ и с более высоким съемом материала, не создавая при этом поверхностных дефектов. Достаточная стойкость профиля круга достижима в том случае, если параметры тепловой и механической нагрузки в зоне резания ведут к микрокристаллическому расщеплению шлифовальных зерен.

Из приведенных на рис. 5, 7, 8, 9 данных по результатам исследования быстроходного скоростного шлифования SSG разными авторами можно сделать вывод о заметном снижении силовых, энергетических и температурных показателей процесса при увеличении скорости стола.

Таким образом, следует прогнозировать, что метод быстроходного шлифования найдет достаточное применение в производственных условиях.

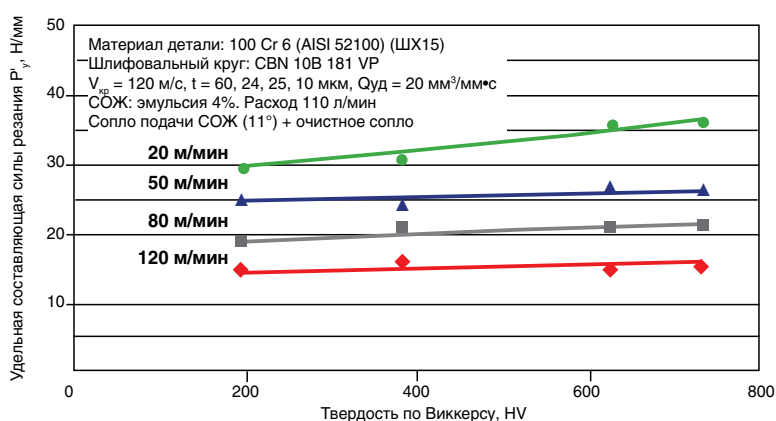


Рис. 9. Удельные составляющие силы резания  $P_y$ , Н/мм при обработке стали ШХ15 разной твердости [19].

**Таблица 1.**

Обозначение, название метода шлифования	Характеристика. Родоначальник или научная школа, проводящая исследования	Параметры режима шлифования			
		Глубина резания, мм	Скорость перемещения детали, м/мин	Скорость круга, м/с	Удельный сьем, мм <sup>3</sup> /мм <sup>3</sup> с
<b>SFG</b> (speed feed grinding)	Традиционное шлифование, [6]	0,001...0,05	1...30	20...60	0,1...10
<b>HSG</b> (high speed grinding)	Высокоскоростное шлифование, [6]	0,1...30	0,5...10	60...125 <sup>1)</sup> 80...300 <sup>2)</sup>	до 10000
<b>UHSG</b> (ultra-high speed grinding)	Ультравысокоскоростное шлифование, [6, 16, 17]	0,5...30	1...15	200...400	100...10000
<b>CFG</b> (creep-feed grinding) или <b>TCFG</b> (true CFG)	Глубинное шлифование деталей с $L_d \geq L_{вр}$ , [6]	0,1...30	0,05...0,5	20...60	0,1...10 20 [18]
Псевдо CFG, или <b>PCFG</b> (pseudo CFG)	Глубинное шлифование деталей малой длины ( $L_d < L_{вр}$ ). РГАТА имени П.А. Соловьева, Россия	0,1...30	0,05...0,5	20...60	0,1...10
<b>VIPER</b> (vitreous improved performance extreme removal)	Экстремально производительное удаление металла. Ф. Rolls-Royce, Великобритания, [16]	Программное управление величиной продольной подачи при ГШ			
				30...50	30...80
				[16]	
		2	1.5	40...60	100
		Без непрерывной правки, данные ф. TYROLIT			
		100...300 [15]			
<b>DIATI 50</b> (diamond grinding of titanium)	Алмазное шлифование титановых сплавов. Ф. Raysun, Великобритания		1...3 при ускорении $a = 5 \text{ м/с}^2$	50...150	50
<b>HSCD</b> (high speed continuous dressing)	Высокоскоростное шлифование с непрерывной правкой. Ф. Blohm, Германия, [17]	3		30...50 (170 <sup>3)</sup> )	50...150
CFG с непрерывной правкой, или <b>CDCFG</b> (continuous-dress CFG)	Глубинное шлифование деталей с непрерывной (постоянной) правкой. Ф. TYROLIT, Австрия				50 [6, 18]
		2	1,2	20-35	50
		Данные ф. TYROLIT			
<b>HEDG</b> (high-efficiency deep grinding)	Высокоэффективное глубинное шлифование, или глубинно-сверхскоростное шлифование с увеличенной скоростью подачи инструмента. Университет Беркли, Калифорния, США	0,1...30	0,5...10	80...260	50...2000
		[6]			
		0,05...1,5	0,003...3,3	50...200	50...2000
		[16]			
<b>SSG</b> (speed-stroke grinding)	Быстроходное шлифование. Университет Кэйо г. Токио, Япония, автор и первый исследователь процесса I. Inasaki, [6]		До 200 м/мин при $a$ стола до $50 \text{ м/с}^2$	200	100 [18]
		0,001...1	0,001...100	30...200	1,7 [16]
<b>Prokos</b>	Быстроходное маятниковое шлифование. Рекомендации ф. TYROLIT	< 0,05	120	80	80
<b>SSG + CFG</b> (speed-stroke grinding) + (creep-feed grinding)	Комбинированный метод скоростного шлифования — «глубинно-быстроходное скоростное шлифование». Национальная академия обороны, Япония, [6]		0,001...100 а до $19,6 \text{ м/с}^2$ (110 при $a = 25 \text{ м/с}^2$ )	200	100
<b>HSSG</b> (high speed stroke grinding)	Высокоскоростное быстроходное шлифование. Рейнско-Вестфальский университет, Германия, [6]		10...180 а до $50 \text{ м/с}^2$	80...160	
<b>QPG</b> (quick-point grinding)	Точечное скоростное шлифование валов и дисков. Ф. JUNKER (данные фирмы)		300...500	до 140	
<b>HSPG</b> (high speed peel grinding)	Высокоскоростное шлифование с обходом по контуру. WELDON, SCHAUDT	до 0,2	> 0,1	до 200 [20]	до 100 [20]

Примечания: 1 — для шлифовальных кругов на керамической связке. 2 — для шлифовальных кругов из CBN и алмаза на гальванической связке. 3 — специальная опция.

Некоторые исследователи [6] сочетание видов шлифования SSG и HSG называют новым методом — высокоскоростным быстроходным шлифованием (High-Speed-Stroke-Grinding — HSSG).

Анализ работ [5, 6, 16...20] и данных проспектов фирм, производящих шлифовальные станки и абразивный ин-

струмент, позволил составить **таблицу 1**. В ней собраны основные данные по современным методам абразивной обработки, которые применяются в современных шлифовальных станках.

Как видно из представленного обзора, наряду с совершенствованием существующих методов шлифо-

вания, связанных с интенсификацией одного из параметров режима резания: скоростей круга, детали или увеличением глубины резания — в последние несколько лет осуществляется стремление совместить эти различные виды шлифования, создать и реализовать в новых станках эффективный комбинированный метод обработки абразивным инструментом.

Современные шлифовальные станки — это продукция предприятий Германии, Швейцарии, США и Японии, а также ряда других государств. В последнее время Китай активно проводит технологические исследования [5, 6], однако пока составить настоящую конкуренцию перечисленным выше странам в выпуске высококачественных шлифовальных станков КНР не по силам. Это самокритично подтверждается самими специалистами КНР, хотя отмечается, что промышленность Китая создает большой внутренний рынок [21]. Несмотря на то, что в промышленности Китая доля шлифовальных операций составляет всего 13%, исследований процессов скоростного и ультраскоростного шлифования проводится очень много. В одном из последних выпусков трудов Национальной академии наук США (PNAS) прямо утверждается, что «США скоро могут потерять лидерство в научных исследованиях, что приведет к серьезным экономическим последствиям» [6].

Успешное использование комбинированных методов шлифования в станках возможно только при применении, как правило, новых или специально подобранных абразивных и правящих инструментов, обычно супер-абразивов и алмазных правящих роликов, создании оптимальных условий подачи СОЖ, выполнении требований к конструкции несущей системы станка в целом и отдельных узлов, а также в использовании многоинструментальной обработки.

**В. К. Ермолаев, к. т. н.**

**Технический эксперт ООО «Шлифовальные станки»  
vad1605@yandex.ru**

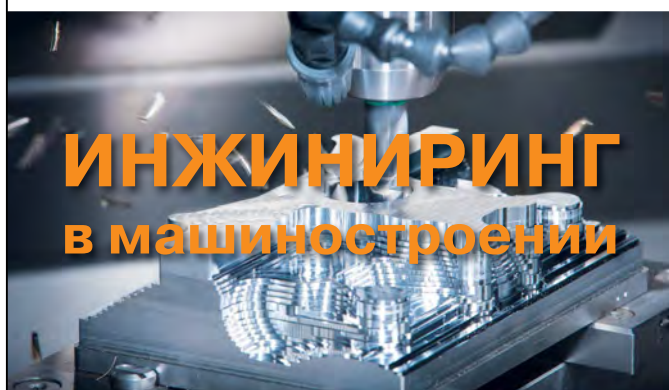
**ЛИТЕРАТУРА**

1. Handbook of Machining with Grinding Wheels / J. Marinescu [et al.]. New York: CRC Press Taylor and Francis Group, 2007. 596 p.
2. Абразивная и алмазная обработка материалов. Справочник. Под ред. д.т.н. А. Н. Резникова. М. «Машиностроение», 1977. С. 391.
3. Кашук В. А., Верещагин А. Б. Справочник шлифовщика. М. «Машиностроение», 1988. 480 с.
4. Tawakoli, T. High Efficiency Deep Grinding. Mech. Eng. Publications Ltd., London, 1993.
5. Пилинский А. В. Современные тенденции применения и развития процессов шлифования в США. Вектор Науки ТГУ, 2012. № 4 (22).
6. Пилинский А. В. Инновационные методы и вызовы в скоростном и ультраскоростном шлифовании. Вектор науки ТГУ. 2015. № 2 (32–2).
7. Wang S., Li C. H. Application and Development of High-efficiency Abrasive Process // International Journal of Advanced Science and Technology. 2012. Vol. 47. P. 51–64.
8. Konig, W., Klocke, F. and Stuff, D. High Speed Grinding with CBN Wheels — Boundary Con-ditions, Applications and Prospects of a Future Oriented Technology, 1st French and German Conf. on High Speed Machining, Metz, June, 1997. P. 207–218.
9. Current Global Research Projects in Fixed Abrasive Grinding. Dr. John A. Webster. 2005. Cool-Grind Technologies. USA.
10. Werner G. Technologische und Konstruktive Voraussetzungen fur das Tiefschleifen / G. Werner. — “Werkstattstechnik”, 1979. Nr. 10. S. 613–620.

11. Werner, G. Realisierung niedriger Werkstückoberflächentemperaturen durch den Einsatz des Tief-schleifens; Trenn-Kompodium, Bd. 2, S. 448/468, EIF-Verlag, Bergisch-Gladbach, 1983.
12. Новиков Ф. В. Математическая модель определения температуры при глубинном шлифовании / Ф. В. Новиков, О. С. Кленов // Резание и инструмент в технологических системах: Междунар. науч.-техн. сб.— Харьков: НТУ “ХПИ”, 2009.— Вып. 76.— С. 133–141.
13. Performance of the Speed-Stroke and Creep-Feed Grinding under Constant Removal Rate. A. Yui, S. Okuyama and T. Kitajima. National Defense Academy, 1–10–20 Hashirimizu, Yokosuka-City, 239-86-86, Japan. Key Engineering Materials. 2004. Vols. 257–258, pp 69–74.
14. Высокоскоростное маятниковое шлифование сплава на основе никеля. MOTION. Корпоративный журнал группы предприятий SCHLEIFRING. Выпуск 1/2009.
15. Denkena B., Hollmann F. (Eds.) Process Machine Interactions: Prediction and Manipulation of Inter-actions between Manufacturing Processes and Machine Tool Structures. London, 2013. XVIII, 518 p.
16. Modern technology of the turbine blades removal machining. Włodzimierz Wilk, M.Sc., Jacek Tota, M.Sc. 2007. <http://amo.dmt-product.com/amo-08/pdfamo08/56.pdf>.
17. [http://stankoprom.ru/netcat\\_files/userfiles/VNIIALMAZ.pdf](http://stankoprom.ru/netcat_files/userfiles/VNIIALMAZ.pdf)
18. Fritz Klocke [et al.]. Abrasive machining of advanced aerospace alloys and composites. CIRP Annals — Manufacturing Technology. 2015.
19. Denkena B., Hollmann F. (Eds.) Process Machine Interactions: Prediction and Manipulation of Inter-actions between Manufacturing Processes and Machine Tool Structures. Springer Heidelberg New York Dordrecht London, 2013. XVIII, 518 p.
20. Zhang Bi. Machining vs. Grinding. Towards High Efficiency Machining. Presentation. University of Connecticut. Mechanical Engineering. 2010.
21. Ling Tianbai, He Yongyi. Analysis and Research on Development Trend of High-end CNC Grinding Machine. 3rd International Conference on Machinery, Materials and Information Technology Applications (ICMMITA 2015). China. Pp.1341–1347.



**ТЕХВЕКТОР**  
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО



**АО «Техвектор»**

410012, г. Саратов  
ул. Дружбы, 14

440028, г. Пенза  
проспект Победы, 75а

+ 7 499 112 37 35  
info@tehvector.ru  
www.tehvector.ru

# СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГАЗОСВАРОЧНОЙ АППАРАТУРЫ

ВЫСОКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОИЗВОДСТВА СТАЛИ И ПЕРЕРАБОТКИ ЛОМА В РОССИИ ДАЮТ ВОЗМОЖНОСТЬ ПРОГНОЗИРОВАТЬ В ДОЛГОСРОЧНОМ ПЕРИОДЕ СПРОС НА ГАЗОСВАРОЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ. ЭТО ДИКТУЕТ НЕОБХОДИМОСТЬ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ И РАЗРАБОТКИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ МЕР ПОДДЕРЖКИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ.

После распада СССР и плановой социалистической экономики в газосварочной отрасли произошли серьезные перемены, которые повлекли за собой изменения как спроса, так и предложения газосварочных технологий.

В отличие от электросварочной отрасли, которая очень быстро сдала все позиции внутри бывших стран СССР, газосварочная отрасль до сих пор держится не только на плаву, но за 25-тилетний период обрела рыночный характер и пытается бороться за свой внутренний рынок с экспансией китайского ширпотреба, который, особенно за последний, кризисный период, просто заполнил российский рынок. Причиной последнего явилась, без сомнения, неправильная государственная политика в вопросах импорта, а также непонимание роли газосварочных технологий в экономике страны.

В результате массового падения российской промышленности, точнее сегмента малого и среднего бизнеса, страна лишилась как высокопроизводительного оборудования (токарные одно- и многшпиндельные автоматы, агрегатные станки), так и наиболее массовых ключевых компонентов (манометры для технических газов, вентильная арматура для баллонов), на базе которых организовано промышленное производство газосварочных продуктов.

Массовый развал затронул и потребность в газосварочных технологиях, которые присутствовали практически во всех отраслях, на всех без исключения предприятиях. Была поставлена жирная точка на вопросе развития этих технологий, на повестку дня вышла задача выживания. Спрос упал по двум причинам:

1. Крах плановой социалистической экономики снял с повестки государственную задачу занять всех в стране любым ручным трудом. Это обрушило потребность в газосварочном оборудовании в разы.

2. Огромные запасы газосварочной продукции, которые оставались в стране после развала СССР, позволили мягко и комфортно перенести падение безотносительно к состоянию производителей газосварочного оборудования.

В итоге только через 10 лет, в начале XXI века, в России стал формироваться рынок газосварочного оборудования, который уже был построен на балансе спроса со стороны сохранившихся и вновь зародившихся потребителей и предложения от старых бывших монополистов и вновь образовавшихся производителей. В России начали работать стихийные рыночные законы, и рынок стал ареной конкурентной борьбы как между внутренними производителями, так и с иностранными производителями из стран бывшего СССР, Европы и Китая.

В этой борьбе строго прослеживались интересы разных групп иностранных компаний по отношению к российской целине, где явно были видны самые лакомые

сектора, связанные с производством технических газов. Развернулась борьба за владение этим наиболее ликвидным направлением между известными европейскими концернами, в итоге которой сегодня вся промышленность по производству технических газов принадлежит трансъевропейской LINDE GAS.

Процесс борьбы за лакомые куски постепенно перенесся в область производства баллонов, где на данный момент производство ацетиленовых баллонов также перешло в собственность вышеозначенного концерна, а предложение кислородных вентилях со стороны той же LINDE и китайских производителей уже более чем на 50% удовлетворяет спрос на рынке, оставив лишь малую долю за российским производителем АЗА БАМЗ.

Другим немаловажным фактом стало предложение манометров для технических газов как наиболее массового компонента для производства газовых редукторов, неделимой части газосварочных технологий. На сегодня приходится констатировать, что российская промышленность по производству манометров ликвидирована, и мы полностью зависим от китайского импорта.

## ГАЗОРЕГУЛИРУЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Что касается производства редукторов и регуляторов для технических газов, то здесь ситуация уже обнадеживающая. Мы видим конкуренцию как внешнюю, так и внутреннюю. В России имеется множество производителей и брендов, причем идентификация в 60% случаев не представляется возможной, так как специфика ввоза в страну и натурализации продукции в качестве российского производства не требует никаких усилий. Так же, как и «серый ввоз» очень удачно используется рядом российских импортеров для достижения ценового преимущества на рынке с легкой руки российских чиновников и несовершенного законодательства.

Представим перечень производителей в России по редукторам:

- АЗА БАМЗ (Барнаул) — старейший производитель наиболее полной гаммы редукторов всех типов;
- «Редиус 168» (Санкт-Петербург) — один из пионеров производства редукторов осевого типа и импортер широкой гаммы редукторов из Китая;
- НПФ ДЖЕТ (Ижевск) — производитель радиальных редукторов малого габарита;
- РОАР (Москва) — производитель трех линейек редукторов — мини, миди и макси;
- «Донмет» (Украина) — производство трех линейек редукторов;
- GCE-КРАСС (совместное российско-шведское предприятие) — производство и импорт всех типов редукторов из Чехии и Китая.

Кроме продукции обозначенных производителей мы видим довольно большой объем импорта из Китая, кото-

рый невозможно определить количественно, но примерно это около 60% общего потребления страны.

Наиболее ликвидным и массовым товаром среди редукторов являются наиболее дешевые, а по применяемым по газам — пропановые. Пропановые редукторы потребляются не только сварочным, но и широким рынком, например, покупаются дачниками в бытовых целях. И как следствие, этот тип редуктора играет главную роль в конкурентной борьбе, где единственным параметром соревнования является цена. Это не дает толчка развитию технологий и конструкций, а приводит к применению дешевых, сверхдешевых материалов и, как правило, снижению качества и безопасности этого очень важного компонента в любых его применениях.

### ГАЗОВОЗДУШНЫЕ ГОРЕЛКИ

Здесь также все просто — самым главным поставщиком газозвушной техники является Китай. Китайские продукты отличаются вылизанным внешним видом — хром, цинк, электрохимическое полирование — это поднимает конкурентные преимущества данного вида продукта. Надо отдать должное китайским производителям — их изделия действительно выглядят в большинстве своем отлично, чем и побеждают в конкуренции с российскими производителями.

На рынке представлен всего один отечественный производитель — это ООО «РОАР». Он производит традиционные типы газозвушных горелок типа ГВ и ГВ-Р, которые были разработаны более 20-ти лет назад и отличаются простотой и самой дешевой ценой, даже по сравнению с китайскими продуктами.

### ГАЗОСВАРОЧНЫЕ ГОРЕЛКИ

Этот тип продукции, как и технология газовой сварки, применяется для сварки/пайки тонких листов и труб в ав-

торемонте, сантехнике. В настоящее время объем таких работ серьезно уменьшился и продолжает уменьшаться вследствие революционного развития микроэлектродуговых процессов и исключения применения черных металлов в сантехнике и автомобилестроении. Поэтому эта область технологий не растет качественно и каких-либо острых конкурентных страстей не вызывает. И спрос, и предложение все больше становятся специфическими.

В России представлены изделия российских производителей — АЗА БАМЗ, РОАР, НПФ ДЖЕТ, ближнего зарубежья — «Автогенмаш» (Армения), «ДОНМЕТ» (Украина) и множества китайских с однопипными продуктами.

### ГАЗОВЫЕ РЕЗАКИ

Это наиболее характерный для газосварочных технологий продукт, который, несмотря на падение спроса и предложения после развала СССР, сохранил свою актуальность. Он же и характеризует степень развития технологий в странах. Причина в том, что газосварочные технологии разделки и утилизации черного лома являются основными и ключевыми. А газовый резак — это наиболее универсальный и удобный инструмент для утилизации, но при этом наиболее опасный и высокотехнологичный продукт из всех описанных выше. Поэтому мы остановимся на его анализе подробнее.

Если до 1991 г. резаки как ручной инструмент были в основном задействованы в заготовительных производствах, то после 1991 г. им была уготована роль главного утилизатора всего старого жилого и дорожного фонда, устаревших громоздких металлоконструкций, машин и механизмов, судов, подвижного состава и вооружений, которые остались в наследство от гигантской социалистической экономики, рухнувшей в итоге развала СССР. Весь этот хлам и старье предстояло разрезать,



**роар**  **Производство  
сварочного  
оборудования**

**ГРУППА РОАР —**  
крупнейший российский  
производитель  
современного  
газосварочного  
оборудования  
(год основания — 1992)

Интернет: Горелка-резак.рф, роар. рф  
Телефон: +7(495) 228-17-44  
Электронная почта: sales@ruar.ru, fax@ruar.ru

**Нам  
25 лет**

За это время произведено :

- Резаков — более 2 млн.ед.
- Горелок — более 1 млн.ед.
- Редукторов — более 300 тыс.ед.
- Комплектов — более 25 тыс.

- ✓ Полное обеспечение запасными частями и быстроизнашиваемыми элементами
- ✓ Цены от производителя
- ✓ Абсолютная гарантия безопасности газосварочных работ
- ✓ Вся продукция сертифицирована

**ИЩЕМ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ**

демонтировать и разделить до состояния перерабатываемого лома в металлургических процессах.

В этом сегменте на российском рынке всегда присутствовал самый традиционный тип резака — инжекторный резак под торговой маркой «Маяк», название которого стало нарицательным на территории всего бывшего СССР. И это до 1991 г. был единственный вид резака для массовых заготовительных работ. На нем выросло не одно поколение сварщиков.

Но после 1991 г. в России появилось огромное многообразие резаков, которые были созданы российскими производителями или импортированы по иностранным образцам. Перечислим популярные типы, которые присутствуют на российском рынке и получили развитие в продукции различных производителей:

1. Тип «Маяк» — исконно советский, российский инжекторный резак с вынесенным на наконечник вентилем режущего кислорода. Конструкция уникальна и была распространена только на территории СССР и в современное время на постсоветской территории. Производитель — ООО «Автогенмаш» (Армения), ООО «АЗА БМЗ» (Барнаул), ООО «НПФ Джет» (Ижевск).

2. Тип РС (рис. 1а) — современный российский инжекторный резак с монолитной рукояткой и объединенной на рукоятке группой вентиля управления, что позволяет управлять им одной рукой. Производитель — ООО «РОАР» (Москва).

3. Тип РСТ — российский современный трехтрубный резак с монолитной рукояткой, внутриголовочным смешением газов и уникальной способностью выдерживать «обратный удар» без проскока в коммуникации. Не имеет аналогов в мире. Производитель — ООО «РОАР» (Москва).

4. Тип Р300-В — российский современный трехтрубный резак с внутрисопловым смешением газов бюджетного класса. Производитель — ООО «РОАР» (Москва), ООО «АЗА БМЗ» (Барнаул), ООО «НПФ Джет» (Ижевск).

5. Тип «НОРД» — современный российский резак с внутрисопловым смешением газов для средних режимов эксплуатации. Производится ООО «СКТБ Автогентехмаш» (Москва), Объединенной судостроительной корпорацией, ООО «РОАР» (Москва). Конструкция получила оригинальное развитие в резаках «НОРД-С» ООО «Сталь» (Воронеж), «КОРД» ООО «Корд» (Подольск).

6. Тип «Вектор» — современный российский трехтрубный резак с внутрисопловым смешением элитного класса для средних режимов эксплуатации. Тип «Вектор ХЛ» (рис. 1б) — новейший российский не имеющий

в мире аналогов резака с внутриголовочным смешением газов с применением технологии ХЛ, позволяющей выдерживать «обратный удар» непрерывно и работать в экстремально тяжелых режимах. Производитель — ООО «РОАР» (Москва).

Реализация новых технологий в резаках «Вектор» и «Вектор ХЛ» качественно превышает требования стандартов безопасности во всем мире — с ними впервые можно не бояться «обратного удара» в ситуациях, когда резчику трудно управлять резаком из-за шума, стесненных условий, в специфических условиях — под землей, в замкнутых пространствах, на высоте, в условиях нестандартных температур и пр.

Что касается конкурентных новинок на рынке со стороны развитых стран, то здесь ничего не предвидится. Ручные процессы в развитых странах предельно регламентированы стандартами и не предполагают широкого применения, это не приветствуется в принципе. Другое дело развивающиеся страны и регионы. Здесь применение ручного труда широко распространено, но нет развитых технологий, кроме как российских, европейских или американских. Лидер производства в количественном плане Китай не блещет разработками, а только копирует существующие конструкции с худшим качеством, но с «ширпотребно» вылизанной внешностью. Россия — единственная страна, где технологии ручной газовой резки в настоящее время претендуют на роль передовых в мире.

Каковы же перспективы и прогнозы по спросу и потреблению? Спрос и потребление на газосварочные технологии напрямую зависят от количества выплавляемой стали в стране, точнее — от объема переработки лома черных металлов. А потенциал спроса кроется в запасах этого самого лома и показателях его воспроизводства. В России запасы лома в виде ветхих строений и сооружений и пр. оцениваются в количестве около 800–840 миллионов тонн, показатель воспроизводства лома — около 10–15 миллионов тонн в год, показатель переработки лома — около 20–24 миллионов тонн в год. Эти показатели дают возможность прогнозировать поддержание спроса или его повышение в периоде 40–50 лет. А это фундаментальный показатель для отрасли в рамках страны, который создает уверенность в завтрашнем дне не только для удовлетворения внутреннего спроса, но и для организации экспортных поставок.

Грант Леонович Хачатрян  
ООО «РОАР»  
grantkhachatryan85@gmail.com



а)  
Рис. 1. Газовые резаки: РС-3 П — а, «Вектор ХЛЛ» — б.



б)

## СИСТЕМЫ ДЛЯ СВАРКИ ТРУБ

21 ноября компания IPG IPЭ-Полюс провела в своем московском офисе семинар «Практика применения лазерной сварки в производстве нержавеющей труб», в котором приняли участие более 30 представителей российских производственных компаний и учебных заведений. Представители компаний Olimpia 80 (Италия) и итальянского подразделения IPG Photonics рассказали об особенностях и опыте применения новой специализированной системы IPG TPS для лазерной сварки в производстве нержавеющей трубы и ответили на многочисленные вопросы участников семинара.

Компания Olimpia 80 известна на мировом рынке как производитель трубосварочных станков на основе технологии ВЧ, TIG и лазерной сварки. Несколько месяцев назад в компании приняли решение об оснащении одной из трубосварочных линий, установленных в Olimpia Inox (трубопрокатный завод, входящий в группу Olimpia), системой лазерной сварки труб и профилей IPG TPS. Одна из целей — проверка надежности и потенциала IPG TPS в условиях полномасштабного трубного производства.

За три месяца эксплуатации системы TPS в Olimpia Inox были успешно произведены трубы из стали AISI 304 и AISI 316 диаметром 8; 12; 14 и 16 мм с толщиной стенки 1; 1,2; 1,5 мм (табл. 1). В результате испытаний отмечено, что система TPS обеспечивает стабильный и плотный сварной шов, отличные прочностные показатели, разбрызгивание эффективно контролируется системой вытяжки.

Результаты испытаний, полученных компанией IPG Photonics в сотрудничестве с другими трубопрокатными


заводами, эксплуатирующими систему IPG TPS, также подтверждают эффективность и надежность техпроцесса сварки с использованием волоконного лазера. Испытания проводились на всех распространенных аустенитных сталях марок 304, 316, 316Ti, 321 и ферритной 441 толщиной от 0,4 до 5 мм при диаметрах труб от 8 до 250 мм, на рулонах с горяче- и холоднокатаной сталью. Качество сварного соединения соответствует лучшим образцам, получаемым на системах с CO<sub>2</sub>-лазерами: отсутствуют брызги внутри и снаружи, при использовании защитного газа отсутствует окисление, процесс сварки стабилен и повторяем. При этом эксплуатационные расходы по сравнению с системами, основанными на CO<sub>2</sub>-лазерах, ниже на 70–80%.

**Таблица 1. Программа производственных испытаний**

Позиция	Материал	Диаметр, мм	Толщина, мм	Производственная скорость сварки, м/мин
1	AISI 304	8	1	11
2	AISI 304-316	12	1	13
3	AISI 304-316	12	1,2	11
4	AISI 304-316	12	1,5	10
5	AISI 304-316	14	1	12
6	AISI 304-316	14	1,2	11
7	AISI 304-316	14	1,5	10
8	AISI 304-316	16	1,5	10


ООО НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ "РАПИД"

ЛАЗЕРНЫЕ РАСКРОЙНЫЕ СТАНКИ С ВОЛОКОННЫМИ ЛАЗЕРАМИ IPG



ДЛИННОМЕРНЫЕ И КРУПНОФОРМАТНЫЕ ЛАЗЕРНЫЕ СТАНКИ



ЛАЗЕРНЫЕ СТАНКИ С ВОЛОКОННЫМИ ЛАЗЕРАМИ IPG МАЛОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ РАСКРОА ТОНКОЛИСТОВОЙ И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ СТАЛИ




ЛАЗЕРНЫЕ РАСКРОЙНЫЕ КОМПЛЕКСЫ С МОЩНЫМИ CO2-ЛАЗЕРАМИ "ROFIN-SINAR"



ЛАЗЕРНЫЕ СТАНКИ С CO2-ЛАЗЕРАМИ МАЛОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ РЕКЛАМНОГО, ШВЕЙНОГО, МЕБЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА




СКОРОСТНЫЕ СТАНКИ ПЛАЗМЕННОЙ РЕЗКИ "РАПИД Плазма"



КООРДИНАТНЫЕ СТОЛЫ С ЧПУ ПОЗИЦИОНЕРЫ



КРУПНОФОРМАТНЫЕ ПЛАНШЕТНЫЕ ПЛОТТЕРЫ, ГРАФОПОСТРОИТЕЛИ, КООРДИНАТОГРАФЫ



- ✓ 12 лет на рынке
- ✓ Простота, надежность, ресурс
- ✓ Комплектуем лучших мировых производителей
- ✓ Поддержка изготовителя на протяжении всей жизни станка

Телефон: +7 (903) 651-67-49  
 Тел./факс: +7 (473) 241-94-50  
 E-mail: npkrapid@yandex.ru  
 http:// www.npk-rapid.ru

394033, г. Воронеж, ул. Ильюшина, дом 3

# ГИБРИДНАЯ ЛАЗЕРНАЯ ОБРАБОТКА НА МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩИХ СТАНКАХ С ЧПУ

ИНТЕГРАЦИЯ БЛОЧНО-МОДУЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ В СОВРЕМЕННЫЙ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЙ СТАНОК С ЧПУ ОБЕСПЕЧИВАЕТ ЦЕЛЫЙ РЯД ПРЕИМУЩЕСТВ, ВКЛЮЧАЯ ВЫСОКУЮ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ И ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ. И ЧТО ВАЖНО, РЕШЕНИЕ ОТЛИЧАЕТСЯ СУЩЕСТВЕННЫМ СНИЖЕНИЕМ КАПИТАЛОЕМКОСТИ ПО СРАВНЕНИЮ С ПРИОБРЕТЕНИЕМ ОТДЕЛЬНЫХ ПОЗИЦИЙ ОБОРУДОВАНИЯ.

Одним из самых быстроразвивающихся направлений производственных процессов на данный момент является обработка материалов с применением направленного излучения лазера. В силу универсальности она находит применение в машиностроении, автомобилестроении, авиации и судостроении, других отраслях промышленности, а также на рынке медицины и телекоммуникаций [1]. Замена традиционных технологий на лазерные в некоторых случаях позволяет существенно сократить цикл выпуска продукта. Этот факт объясняет расширение области применением лазера и лазерных технологий (ЛТ) по отраслям. По оценкам экспертов, мировой рынок ЛТ к 2020 году составит более 600 миллиардов евро, а технологический сектор — более 43 миллиардов (рис. 1) [2–5].

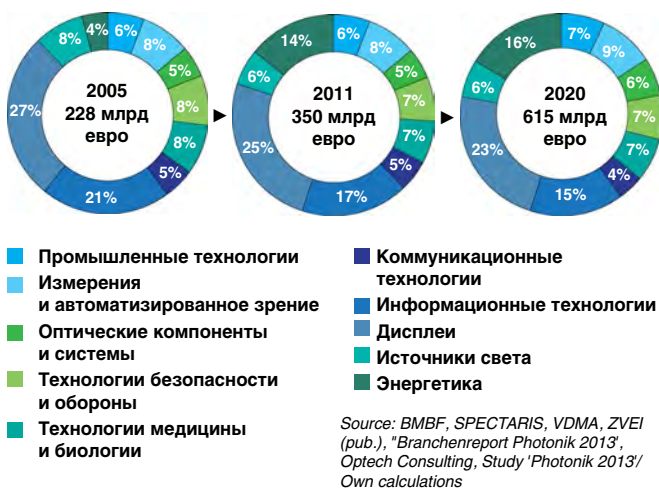


Рис. 1. Экспертная оценка объема мирового рынка лазерных технологий. Обзор отрасли фотоники за 2013 год



Рис. 2. Стандартный ЛТК (представлена машина производства ГК «Лазеры и аппаратура»): 1 — источник лазерного излучения; 2 — система перемещения по координатным осям; 3 — система ЧПУ; 4 — технологическая головка

Стандартным техническим решением при реализации той или иной лазерной технологии (ЛТ) является применение так называемых лазерных технологических комплексов (ЛТК). Стандартный ЛТК включает в себя источник лазерного излучения, координатную систему, систему ЧПУ и технологическую головку (рис. 2).

Мировым трендом промышленного оборудования является расширение технологических возможностей стандартного металлообрабатывающего оборудования за счет введения в зону обработки дополнительного инструмента [6, 7].

Мировым лидером в создании такого гибридного станочного оборудования является компания DMG MORI. Ее линейка станков серий Ultrasonic и Lasertec позволяет наряду с традиционной механической обработкой в рабочей зоне станка выполнять операции ультразвуковой или лазерной обработки. Общая схема гибридного станка Lasertec 65D показана на рис. 3 [8].



Рис. 3. Общая схема гибридного станка Lasertec 65D: 1 — шпиндельный узел; 2 — инструментальный магазин; 3 — стойка ЧПУ; 4 — координатная система; 5 — лазерный модуль

Такое оборудование зачастую позволяет выполнять законченный цикл при изготовлении детали. К примеру, он может включать:

1. лазерное прямое выращивание заготовки детали;
2. механическую черновую обработку;
3. механическую чистовую обработку;
4. получение высокоточных отверстий, резьбовых соединений;
5. лазерное упрочнение отдельных элементов детали;
6. лазерную маркировку детали.

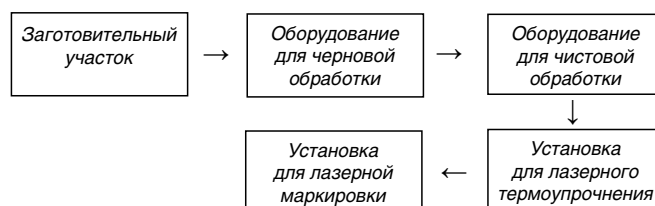


Рис. 4. Схема традиционного производственного цикла при изготовлении детали



Традиционный же цикл в таком исполнении будет выглядеть следующим образом (рис. 4).

Гибридный производственный цикл исключает из технологического процесса заготовительную операцию в традиционном исполнении (различные виды литья, прокат, штамповку и др.). Заготовка может представлять собой практически конечную деталь за исключением нескольких обрабатываемых поверхностей, но, в отличие от заготовок, получаемых литьем, гораздо сложнее по форме [9]. Примером такой детали может послужить авиационный кронштейн, разработанный с применением современных инженерных пакетов при оптимизации массы детали. Исходный вариант показан на рис. 5.



Рис. 5. Исходный вариант авиационного кронштейна

Масса указанной детали составляет 3,14 кг. В рамках конкурса «Оптимизация кронштейна по массе» по программе GenerationS для предприятия НПО «Сатурн» (г. Рыбинск) победитель конкурса смог снизить массу кронштейна до 0,531 кг при сохранении прочностных свойств детали. Конечный вариант детали выглядит следующим образом (рис. 6).



Рис. 6. Конечный вариант авиационного кронштейна

Ввиду совмещения в одном оборудовании нескольких функций отпадает необходимость приобретения отдельных единиц оборудования [10]. Экономические выгоды для предприятия очевидны:

- отсутствие необходимости приобретения дополнительной единицы лазерного оборудования;
- сокращение производственных площадей;
- сокращение рабочего персонала;
- сокращение затрат на логистику.

Технологическая цепочка от получения заготовки до ее маркировки замыкается на одном рабочем месте. С точки зрения технологии машиностроения выполняется единство конструкторской и технологической базы в процессе всей технологической цепочки. В итоге, взяв за основу классические формулы, мы получаем

$$E_y = \sqrt{(E_6^2 + E_3^2) + E_{п.з.}} \quad (1)$$

где  $E_y$  — суммарная погрешность установки,  $E_6$  — погрешность базирования;  $E_3$  — погрешность закрепления;  $E_{п.з.}$  — погрешность положения заготовки;

$$E_{п.з.} = \sqrt{(E_{y.c.}^2 + E_{и.}^2 + E_c^2)} \quad (2)$$

$E_{п.з.}$  — погрешность положения заготовки,  $E_{y.c.}$  — погрешность, вызванная неточностью изготовления и сборки установочных элементов приспособления;  $E_{и.}$  — погрешность, вызванная износом установочных элементов приспособления;  $E_c$  — погрешность установки приспособления на станке.

С учетом того, что базирование заготовки при ее лазерном прямом выращивании происходит относительно рабочего инструмента, погрешность базирования равна нулю. С учетом сплавления материала при получении заготовки погрешность закрепления равна нулю ввиду отсутствия зажимной оснастки. Погрешность положения заготовки также равна нулю. Мы получаем идеальный вариант технологического процесса, при котором заготовка в процессе перехода от одной операции к другой не накапливает погрешности. Для точного машиностроения, приборостроения это является очень важным преимуществом.

Но наряду с преимуществами такое оборудование обладает и недостатками. В первую очередь, это высокая стоимость (стоимость станка серии Lasertec доходит до миллиона евро и выше). Также к числу технических недостатков можно отнести: ограничение габаритных размеров рабочего стола; ограничение технологических возможностей лазерной обработки. Поэтому такое оборудование в данный момент не находит широкого распространения.

Следующим логическим шагом в развитии данной тематики является переход от совмещения ЛТК и металлообрабатывающего станка к разработке специальных лазерных модулей. Такой модуль может быть установлен в инструментальную систему станка ЧПУ и будет работать как отдельная единица инструмента.

Это позволиткратно снизить конечную (потребительскую) стоимость технологий лазерной обработки за счет исключения дублирующих элементов станочных систем, синтеза структурно-компоновочных решений. Рабочие позиции ЛТК формируются из единой компонентной и информационной базы узлов современных станков с ЧПУ, включая системы перемещений по координатным осям, инструментальные системы, системы технологического оснащения. При этом разработка различных технологий лазерной обработки будет осуществляться на базе существующих разработок и исследований по данным тематикам [11–14].

В настоящее время в Тольяттинском государственном университете ведутся разработки в области создания комплексных решений на основе автоматически сменного модуля (далее — модуль) для реализации технологий лазерной обработки на станках с ЧПУ фрезерной и расточной групп, в частности маркировки, нанесения покрытий, раскроя, термоупрочнения, сварки. Принцип блочно-модульного компонования позволяет производить на практике выбор необходимого комплекта взаимозаменяемых блоков модуля для решения конкретной технологической задачи с учетом особенностей станка с ЧПУ (рис. 7), геометрии детали, вида применяемой ЛТ [15].

В основе решений использована элементная база оптоволоконных лазеров. Предложено техническое решение модуля, в котором оптическая система, коллиматор и излучатель лазера выполнены в виде узла, скомпонованного из отдельных блоков, параметры каждого из которых определяются требованиями, формируемыми заказчиком. При этом модуль выполнен сменным и вне рабочих циклов ЧПУ-обработки может быть свободно установлен в ячейке инструментального магазина станка.

Модуль устанавливается в шпиндель из инструментального магазина станка автоматически по команде



Рис. 7. Блочная-модульная система устройств для реализации технологий лазерной обработки на станках ЧПУ с применением сменных модулей

системы ЧПУ, а непосредственно источник излучения вынесен за пределы рабочей зоны станка. Передача излучения от источника обеспечивается гибким оптоволоконным кабелем.

Ожидается, что предложенное техническое решение будет востребовано на рынке производственных услуг за счет кратного снижения капиталоемкости, так как отсутствует необходимость приобретения отдельной позиции лазерного центра, обеспечивается высокая производительность и точность обработки, не требуется дополнительная транспортировка и переустановка детали, сокращаются потери времени на обработку всей детали.

Практическая реализация устройства показана на примере модуля, применяемого для маркировки деталей на станке с ЧПУ MILLSTAR MV660. При разработке конструкции модуля были учтены технические особенности станка-носителя MILLSTAR MV660: конструкция его инструментального магазина, алгоритм установки и смены инструмента, функционал системы ЧПУ. Станок оснащен инструментальным магазином дискового типа с возможностью установки 20 инструментальных блоков

с установочным конусом типа ВТ 40. Механизм смены инструмента выполнен в виде двухпозиционного манипулятора с механизмом зажима и разжима. Станок оснащен системой ЧПУ FANUC 0i-МC. Общий вид станка приведен на рис. 8.

На рис. 9 приведено скомпонованное техническое решение разработанного модуля для лазерной маркировки деталей, установленных на столе станка MILLSTAR MV660.

В качестве источника лазерного излучения для модуля могут быть использованы лазеры импульсные, непрерывные, квазинепрерывные. Выбор источника определяется производственными потребностями, а также из экономических соображений.

При выполнении работ функционирование модуля предложено выполнять по алгоритмической схеме. Непосредственно перед установкой в шпиндель станка с ЧПУ модуль размещают в любое свободное гнездо инструментального магазина. Свободный шпиндель станка в автоматическом режиме перемещается в позицию смены инструмента. Источник лазерного излучения отключен. Цикл маркировки начинается с команды управляющей программы ЧПУ станка на замену инструмента, согласно которой магазин инструментов поворачивается в точку захвата манипулятором, происходит захват модуля и его установка в шпинделе станка. Манипулятор возвращается в исходное положение. Шпиндель станка с установленным модулем перемещается в позицию обработки. Далее по команде ЧПУ осуществляется подключение устройства и лазерная обработка согласно разработанной управляющей программе ЧПУ. Дальнейшая смена устройства осуществляется в обратном порядке. На станке MILLSTAR MV660 были отработаны циклы лазерного маркирования совместно с циклами механической обработки корпусной детали.

**Павел Александрович Огин, инженер-исследователь**  
Инновационно-технологического центра,  
Тольяттинский государственный университет  
fantom241288@yandex.ru, тел.: 8-9084-214-265

**Денис Геннадьевич Левашкин, к. т. н., доцент**  
кафедры «Оборудование и технологии  
машиностроительного производства»,  
Тольяттинский государственный университет  
levashkind@rambler.ru, тел.: 8-9272-140-370



Рис. 8. Общий вид станка Millstar MV 660



Рис. 9. Станок MILLSTAR MV660 с установленным в шпинделе модулем лазерной маркировки

**Литература**

1. World Machine-Tool Output and Consumption Survey. Gardner Research. — Cincinnati: Gardner Business Media, 2015. — 8 p.
2. Казакевич, В.С. Тенденции развития рынка лазерных технологий для решения задач лазерной обработки материалов. Ч. 1: Мировой лазерный рынок / В.С. Казакевич, С.И. Ярьско // Изв. Самар. науч. центра РАН. — 2014. — Т. 16, № 4. — С. 266–275.
3. Афримович, В.Б. Тенденции развития рынка лазерных технологий для решения задач лазерной обработки материалов. Ч. 2: Рынок лазерных технологий в России и Самарской области / В.Б. Афримович, В.С. Казакевич, С.И. Ярьско // Изв. Самар. научн. центра РАН. — 2014. — Т. 16, № 4. — С. 276–286.
4. Ковш, И.Б. Стратегическая программа на 2015–2025 годы технологической платформы «Инновационные лазерные, оптические и оптоэлектронные технологии — Фотоника» / И.Б. Ковш. — 59 с.
5. Распоряжение правительства РФ от 24 июля 2013 г. — № 1305-р. — 23 с.
6. Малышев, В.И. Автоматизация гибридных и комбинированных технологий на основе модернизации станочного оборудования и выбора кинематических связей/В.И. Малышев, Д.Г. Левашкин, А.С. Селиванов//Вектор науки ТГУ. — 2010. — № 3. — С. 70–74.
7. Пат. 2443534 Российская Федерация. Станок многоцелевой с числовым программным управлением, лазерной оптической головкой и автоматической сменой инструмента / В.Н. Жаринов, В.В. Жаринов. — Опубл. 27.02.2012. Бюл. № 6.
8. Рекламный проспект фирмы DMG-Mori. Линейка станков LASERTEC для реализации высокоэнергетических технологий. — 54 с.
9. Григорьянц, А.Г. Технические процессы лазерной обработки / А.Г. Григорьянц, И.Н. Щиганов, А.И. Мисюров. — М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. — 664 с.
10. Gorinin, V. Laser Modification of Tribological Behavior of Steel and Nonferrous Alloys / V. Gorinin, S. Kondratiev, V. Popov//Fotonika. — 2010. — № 3. — P. 26–32.
11. Огин П. А., Левашкин Д. Г. Комплексные решения на основе автоматически сменных модулей. / П. А. Огин, Д. Г. Левашкин // Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение». 2016. — Т. 16, № 3. — С. 29–35.
12. Thermal fatigue properties of laser treated steels/S.N. Aqida, F. Calosso, D. Brabazon et al.//International Journal of Material Forming. — 2010. — Vol. 3, Iss. 1. — P. 797–800. DOI: 10.1007/s12289-010-0890-1
13. Gisario, A. Characterization of laser treated steels using instrumented indentation by cylindrical flat punch / A. Gisario, M. Barletta, A. Boschetto//Surface and Coatings Technology — 2008. — Vol. 202. Iss. 12. — P. 2557–2569. DOI: 10.1016/j.surfcoat.2007.09.024
14. Microstructure and mechanical properties of laser-welded joints of TWIP and TRIP steels / L. Mujica, S. Weber, H. Pinto et al.// Materials Science and Engineering: A. — 2010. — Vol. 527. Iss. 7. — P. 2071–2078. DOI: 10.1016/j.msea.2009.11.050
15. Laser surface hardening of AISI H13 tool steel / J.-H. Lee, J.-H. Jang, B.-D. Joo et al. // Transactions of Nonferrous Metals Society of China (English Edition). — 2009.
16. Огин, П.А. Реализация энергоэффективных технологий на современных станках с ЧПУ путем применения автоматически сменных модулей на примере лазерной обработки / П.А. Огин, Д.Г. Левашкин // Вектор науки ТГУ. — 2016. — № 2 (36). — С. 40–45.



# Металлообработка. Сварка – Урал

**20–22 марта 2018**  
**Екатеринбург**

международная выставка технологий, оборудования,  
материалов для машиностроения, металлообрабатывающей  
промышленности и сварочного производства

**крупнейший специализированный региональный проект в России**



ВЫСТАВОЧНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ  
**ПЕРМСКАЯ  
ЯРМАРКА**

**(342) 264-64-13**  
**musin@expoperm.ru**  
**www.expometperm.ru**

## ДЕЛОВАЯ ОСЕНЬ

Деловая программа осени была насыщенной интересными конференциями станкостроительной и сварочной тематики. Некоторые хочется отметить особенно.

### РЕМОНТ И МОДЕРНИЗАЦИЯ СТАНКОВ

В конце сентября в рамках «Промышленного салона», проходившего в Самаре, АО «РКЦ «Прогресс» провел уже двенадцатую международную научно-практическую конференцию «Современные решения для организации и внедрения эффективной стратегии ТОиР оборудования с ЧПУ по фактическому техническому состоянию с прогнозированием надежности. Эффективность ТОиР — залог успешной работы оборудования с ЧПУ».



На трех секциях были затронуты три важнейшие темы ТОиР оборудования: капитальный ремонт с глубокой модернизацией, комплектные системы управления станками с ЧПУ с элементами самодиагностики, безразборная диагностика и мониторинг станков с ЧПУ. И конечно, во главе стоял вопрос перевооружения предприятий.

На АО «РКЦ «Прогресс» успешно работает «Технический центр ТОиР оборудования с ЧПУ» под руководством Владимира Ивановича Писарева. За время его существования здесь провели капитальный ремонт с глубокой модернизацией более 150 станков (в год 15–20 станков), среди которых и такие крупные, как фрезерные СФП-13 производства «ЗЕФС», V4–2500R2T фирмы FOREST-LINE. В настоящий момент с фирмой-изготовителем реализуется проект капитального ремонта с глубокой модернизацией продольно-шлифовального станка Waldrich Coburg. На предприятии внедрена автоматическая система ТОиР собственной разработки, так как правильно организованная система управления ТОиР оборудования с ЧПУ, в значительной степени определяет эффективность производства в целом. Стратегия ТОиР смешанная — оборудование обслуживается по плану ППР исходя из его фактического технического состояния, определяемого методами безразборной диагностики и мониторинга.

Вопрос, нужно ли проводить капитальный ремонт с глубокой модернизацией оборудования, здесь не стоит. Это одна из главных задач на предприятиях машиностроения, где используется до 80% морально устаревшего и физически изношенного оборудования с ЧПУ. Именно это оборудование во многих случаях является причиной травм и аварий. Оно требует больших расходов на ТОиР, что ведет к низкой производительности и высокой себестоимости продукции. К тому же качество продукции из-за этого намного ниже качества продукции их зару-

бежных конкурентов, обладающих более современным оборудованием. Конечно, в таких условиях модернизация необходима — она позволяет экономить до 50% средств по сравнению с покупкой нового оборудования даже при привлечении к работам заводов-изготовителей. А при четко составленном техническом задании и грамотном подходе можно получить хорошие результаты. Среди партнеров «Центра ТОиР оборудования с ЧПУ», представлявших на конференции возможности и достижения, такие известные компании — производители оборудования и комплектующих, как FIVES, Waldrich Coburg, «Сименс», «Балт-Систем», «Баллуфф», «Хайденхайн», Sauter, Omron и др. О ремонте и модернизации рассказывали представители «Стангидромаш», СКБ «Модуль», «Станкозавод «ТБС», «Ижперст», а о диагностике и мониторинге станков — представители «ЯВИАР», «Ассоциации Васт», «Диамех», НПО «Техномаш», ИЦ «Станко-сервис» и др.

Конструкторская проработка, изучение проблем и поиск лучшего варианта решения по модернизации на АО «РКЦ «Прогресс» проходит по определенному алгоритму:

- проработка дефектной ведомости оборудования по состоянию на момент взятия его в капитальный ремонт и принятие решения о целесообразности ремонта с учетом цены вопроса;
- изучение «истории болезней» оборудования за период эксплуатации — его поломок, сбоев, протоколов замеров на точность, сделанных ранее заключений о тех или иных конструктивных проблемах, в том числе правильности установки на фундамент;
- изучение узлов и характеристик имеющегося оборудования и подбор соответствующей ему замены с учетом состояния современного развития подобной техники;
- поиск лучшего варианта модернизации среди возможных с учетом имеющегося ресурса времени, материальных и финансовых средств, опыта кадров;
- подведение итогов реализации проектов с анализом принятых ранее решений и выводами на будущее.

На предприятии считают, что, выполняя работы по капитальному ремонту оборудования и его модернизации, важно не просто восстановление того, что было (замена системы управления и изношенных узлов), — это задача минимум! Важной является проработка всевозможных вариантов конструкции, какие только достижимы на базе того или иного старого изделия, которые сделают его более точным, надежным, производительным, безопасным, удобным в применении и сервисном обслуживании.

Ключевое условие успешного выполнения проектных работ — это подготовка специалистов. Поэтому специалисты центра проходили целый ряд курсов: по программированию систем управления и по проектированию электросхем и электрошкафов фирмы Siemens, по вводу в эксплуатацию СЧПУ «Балт-Систем», по проектированию и ремонту гидроаппаратуры в «Учебно-инженерном центре» г. Челябинск, курс SKF «Подшипниковые узлы и их эксплуатация» и др.

Однако, несмотря на демонстрацию успехов и достижений, следует отметить, что на панельной дискуссии мнения о целесообразности модернизации оборудования в современных условиях разошлись. Одни решительно высказались за покупку нового оборудования: «Если есть финансовая возможность, то нужно купить новое»; «Из старого осла скаковую лошадь не сделаешь»; «По аналогии с автомобилем: купили станочки, они свой ресурс отработали, купили новые». Другие же выступили за модернизацию прежде всего по экономическим причинам, поскольку на предприятиях обновление станочного парка и так составляет малые 3%. Другой фактор — проблемы ремонта бюджетных китайских станков, поскольку через три гарантийных года начинается износ деталей, а их приобретение связано с определенными трудностями. А если вспомнить закон по организации тендеров, когда на получение запасного узла иногда уходит до 6–8 месяцев, то ни о какой производительности говорить не приходится. Пожалуй, наиболее полно точку зрения по данному вопросу выразил директор по продажам зоны стран СНГ компании FIVES Серж Лабуиг: «Если мы говорим об очень крупных станках, которые отработали по 30 и больше лет, то сейчас новый такой станок стоит от 6 до 8 млн евро. В этом случае овчинка стоит выделки. А если мы говорим о небольших серийных станках азиатского происхождения, то, наверное, здесь не стоит вкладывать деньги в то, чтобы их глубоко модернизировать». И добавил: «Технологическое развитие в линейке очень крупных станков не такое быстрое, как в высокоскоростных. В тяжелых станках нет необходимости быстрой подачи, больших оборотов... Наши станки настолько качественные, что, отработав по 30–40 лет, после глубокой модернизации еще отработают 30–40 лет».

На панельной дискуссии обсуждались и другие вопросы. Например, где покупать оборудование, нужен ли

централизованный орган для внедрения и последующей рекомендации технологий и оборудования, как тенденция к усложнению оборудования влияет на продолжительность его жизненного цикла, можно ли при наличии сложного оборудования сокращать ремонтные службы, внедрение мониторинга на станках: панацея или элемент планирования. Особое внимание было уделено теме подготовки оборудования к работе в условиях Industry 4.0. Важным стал анонс проекта нового гостя в области нормативно-технического обеспечения методов диагностирования и технологий ремонтно-восстановительных работ станочного парка, предложенный к обсуждению ТК 70 «Станки» при ПАО «ЭНИМС».

Подводя итоги, хочется сказать, что самарская конференция — это этап большой работы, где участники узнают о новинках станкостроения, новых проектах по модернизации и капитальному ремонту оборудования, находят и поддерживают связи с предприятиями, которые достигли определенных успехов, обсуждают волнующие вопросы, выступают с инициативами. Это живое общение, охватывающее многие аспекты непростого дела лечения станков. Так, прошедшая конференция дала толчок к разработке и внедрению на предприятии интеллектуальной системы мониторинга и диагностики станков с ЧПУ. Была достигнута договоренность между предприятиями (АО «РКЦ «ПРОГРЕСС», Ассоциация «ВАСТ», ЗАО «Руднев-Шилияев», «ОМРОН», ФГУП НПО «Техномаш», «Сименс», «Диамех», «Робур интернационал», СамГТУ, «Балт-Систем», «Станкозавод ТБС», «КЕБ-РУС», «Сигнум») о проведении совместного технического совещания 7 декабря 2017 года в Самаре с тематикой «Организация совместных работ и внедрение комплексной интеллектуальной системы мониторинга и диагностики узлов оборудования с ЧПУ с прогнозированием надежности и остаточного ресурса», которое и было успешно проведено.

**rosmould**

Международная выставка форм, пресс-форм, штампов, оборудования и технологий для производства изделий

**15–17 мая 2018**  
МВЦ «Крокус Экспо», Москва

- Формы, пресс-формы, штампы
- Аддитивные технологии
- Сырье и материалы
- Оборудование и оснастка

www.rosmould.ru

messe frankfurt mesago  
Messe Frankfurt Group

## СВАРКА ДЛЯ РЖД

24 октября на площадке «Тверского вагоностроительного завода» (ОАО «ТВЗ») состоялась Международная научно-производственная конференция «Сварка на железнодорожном транспорте», где обсуждались не только проблемы сварочных производств, но и новые технологии, предложения науки, производителей и поставщиков сварочной техники и услуг, вопросы совершенствования нормативно-технической документации, технологий аттестации и добровольной сертификации — все, что может существенно сократить затраты на производство и ремонт подвижного состава и путей, обеспечить безопасность и качественное исполнение работ, стимулировать инновационное развитие отрасли.

Участники узнали о направлениях развития сварочного производства ОАО «Центросвармаш» и ОАО «ТВЗ», а также путевого хозяйства России, о целях и принципах работы научно-производственного центра компетенции «РУТСВАРКА»; об истории и задачах Международного института сварки РНТСО и его основного представителя в России Международного института сварки; об основных аспектах европейского стандарта по сварке EN 15085:2008 и сертификации в соответствии с ним.

С большим вниманием были выслушаны доклады об инновационных технологиях и оборудовании для предприятий железнодорожной отрасли, в частности, о возможностях лазерного оборудования НТО «ИРЭ-Полюс», преимуществах лазерного типа сварки, результатах испытаний мостовой конструкции, полученной с помощью данной технологии в НИИ мостов. Было отмечено, что запущенная в «Центросвармаш» установка лазерной сварки компании позволяет производить процесс на высоких скоростях и с минимальными сварочными напряжениями. Что касается другой инновационной разработки —

системы мониторинга и контроля сварочных процессов WeldTelecom компании «Эллой», то полученные в «Центросвармаш» результаты позволили рекомендовать применение данного решения для всех предприятий-членов НП «ОПЖТ».

Интересным стало и посещение ряда производственных площадок сборки и сварки. Так, на ОАО «ТВЗ» — единственном в России предприятии по созданию различных типов пассажирских вагонов локомотивной тяги для скоростей движения до 200 км/ч — участники

ознакомились с оборудованием для роботизированной и полуавтоматической сварки, плазменной сварки, увидели установку для автоматической сварки трех продольных швов, современное оборудование для лазерной резки и гибки. На площадке ОАО «Центросвармаш» — крупнейшего российского производителя сварных металлоконструкций — делегация оценила работу оборудования для лазерной сварки и резки фирмы TTM, а также упомянутой системы WeldTelecom, увидела новое оборудование для лазерной сварки секций боковин вагонов метро НТО «ИРЭ-Полюс».

По итогам конференции был принят ряд протокольных решений и отмечен положительный опыт ее проведения с предложением к НП «ОПЖТ» организовывать встречи в данном формате ежегодно.

<http://opzt.ru/>, [www.vniizht.ru](http://www.vniizht.ru)



## НАУКА — МАШИНОСТРОЕНИЮ

Создание научного задела, тесное взаимодействие ученых и практиков — это необходимая составляющая для развития такой наукоемкой отрасли, как машиностроение. И отраслевые конференции, несомненно, важное звено этого сотрудничества. Тому яркое подтверждение Пятая международная научная конференция «Фундаментальные исследования и инновационные технологии в машиностроении», проходившая 8–10 ноября в Институте машиноведения им. А. А. Благонравова РАН.

Ее основными направлениями стали: робототехника и автоматизация технологических процессов, инновационные технологии в промышленности и машиностроении, трибология и триботехнологии, перспективные конструкционные материалы, покрытия, наноматериалы, технологии поверхностного упрочнения и обработки. Более 130 докладов обсуждались в течение двух дней в рамках четырех секций. Представители проектных организаций и университетов из Москвы, Курска, Владимира, Волгограда, Златоуста, Омска, Брянска, Ульяновска, Хабаровска, Тулы, Орла, Саранска, Томска, Н. Новгорода, Воронежа, Белгорода, а также Германии и Белоруссии рассказывали о результатах исследований и достижениях своих коллективов.

На пленарное заседание были вынесены такие темы, как перспективы использования устройств параллельной

структуры в технике, формирование деталей ГТД из жаропрочных сплавов в условиях сверхпластичности, реновация машин, упрочняющие и аддитивные лазерные технологии в машиностроении. Большой интерес и многочисленные вопросы вызвали два взаимосвязанных доклада: «Трибохимическая кинетика в методах внутриваллистических расчетов» и «Об износе канала артиллерийского ствола как неравновесном фазовом переходе», подготовленные специалистами ПАО ТМКБ «Союз» и НИИ «Геодезия». В этом проекте в лучшем виде сложилась совместная работа теоретиков и испытателей, направленная как на прогнозирование долговечности и качества выполнения изделия, увеличение его эксплуатационных параметров (дальность, точность и др.), так и на минимизацию финансовых затрат, необходимых для организации дорогостоящих натурных испытаний.

В заключение хочется отметить, что фундаментальная наука переживает сейчас довольно трудный период, который связан с целым рядом объективных и субъективных причин, включая попытки подчинить науку бизнесу, низкую оплату труда ученого и оценку его работы по публикационной активности. Тем не менее среди собравшихся на конференции специалистов были именно те, кто не сдается и по-прежнему стремится создать свою теорию и поставить лучший эксперимент.

## ОБ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Международная конференция «Электронно-лучевая сварка и смежные технологии», проходившая с 14 по 17 ноября в МЭИ, собрала представителей 51 организации из России, Беларуси, Германии, Ирана, Сирии, Мьянмы и подтвердила возрастающий интерес к данным технологиям со стороны разработчиков оборудования, научных организаций, технических журналов и издательств.

Так, по данным, представленным генеральным конструктором ОАО «ОДК» В. А. Гейкиным, на НПЦ газотурбостроения «Салют» (филиал «НИИД») для двигателестроения реализован целый ряд эффективных технологий с применением электронного луча: восстановление гребешков лабиринтных уплотнений двигателей Р-59Л и ДЖ-59 методом наплавки; ремонт лопаток моноколес методом сварки (свойства материала и ресурс деталей восстанавливаются полностью), термическая обработка деталей ГТД пучком электронов (снижает трудоемкость изготовления по сравнению с общей печной термообработкой на 30–40%, снижает уровень остаточных напряжений в 2–2,5 раза при сохранении точных геометрических размеров и качества подготовленных поверхностей) и др.

Основным видом электронно-лучевой обработки в настоящий момент является сварка (ЭЛС), но также реализуются технологии сверления, наплавки, нанесения покрытий методом электронно-лучевого испарения, модифицирования, аддитивные технологии, размерная и термообработка. На российском рынке оборудование на основе электронно-лучевых технологий представляют такие зарубежные компании, как Focus, Evobeam, Probeam, CVE, PTR, SST, Von Ardenne, ALD, Techmeta, Arcam EBM. Отечественное оборудование предлагают: НПФ «ТЭТА», Научно-исследовательский технологический институт, «Электромеханика», «Текарте» и др. Следует отметить, что в компании «ТЭТА», выступившей спонсором данной конференции, реализован полный цикл производства установок, включающий изготовление вакуумных камер, электронных пушек, манипуляторов, систем электропитания и автоматизированного управления технологическим процессом.

По данным Росстата, приведенным директором ИЦ «Технология машиностроения» В. А. Казаковым, на 2016 год потребность машиностроения в новых технологиях и переоснащении по сварочному направлению составляет до 30%, а в сварщиках — до 40%. Поэтому, несомненно, инициативы, связанные с развитием техно-

логий и подготовкой кадров, должны поддерживаться. И конференция, состоявшаяся на базе ведущего вуза страны и показавшая в этом году положительную динамику развития, — один из эффективных инструментов.

В докладах участников были представлены результаты исследований технологических режимов, особенностей структур и свойств обрабатываемых материалов, данные моделирования процессов и конструкций оборудования, опыт применения электронно-лучевых технологий для различных задач и др. Во время экскурсии



на кафедру «Технологии металлов» МЭИ участники познакомились с учебными лабораториями: сварки, материаловедения, спектроскопии и контроля, диагностики и прочности материалов. Среди научных направлений кафедры: технологии ЭЛС тонкостенных изделий из тугоплавких металлов и сплавов; прецизионные технологии ЭЛС сталей, цветных металлов

и сплавов на их основе; технологии электронно-лучевой термической обработки поверхности изделий; разработка оборудования. Один из последних проектов — экспериментальный образец высоковольтного источника питания сварочной электронной пушки с термоэмиссионным катодом в рамках создания экологически чистых технологий ЭЛС для изделий энергомашиностроения.

Импортозамещение является необходимым условием широкого внедрения электронно-лучевых технологий. И реализация комплексной программы развития данного направления позволила бы более эффективно проводить фундаментальные исследования и разработки, создавать оборудование, внедрять новые технологии, осуществлять подготовку и аттестацию кадров, обновлять и совершенствовать стандарты. Эта работа начата и курируется Минпромторгом РФ.

В ходе обсуждения докладов были высказаны предложения по координации работ в области ЭЛС и смежных технологий, обмену опытом между различными организациями, проведению «круглых столов», семинаров с поиском путей решения различных задач, включая проблему противоречий и адекватности гидродинамической модели процесса сварки с глубоким проплавлением. Предложено расширить международные связи и запланировать проведение третьей международной конференции «Электронно-лучевая сварка и смежные технологии» в 2019 г. в Беларуси.

Обзор конференций подготовила Татьяна Карпова

**РОССИЙСКОЕ  
ПРОИЗВОДСТВО ИНВЕРТОРНОГО  
СВАРОЧНОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ**

**ALLOY**

8 (831) 223-15-11  
[www.alloynn.com](http://www.alloynn.com)



МИНПРОМТОРГ  
РОССИИ



# ФОТОНИКА

МИР  
ЛАЗЕРОВ  
И ОПТИКИ

**27 февраля –  
2 марта 2018**

При поддержке Министерства  
промышленности и торговли РФ  
Под патронатом ТПП РФ



Реклама 12+



13-я международная  
специализированная выставка  
лазерной, оптической  
и оптоэлектронной техники

Россия, Москва, ЦВК «Экспоцентр»

[www.photonics-expo.ru](http://www.photonics-expo.ru)



ЛАЗЕРНАЯ АССОЦИАЦИЯ



ЭКСПОЦЕНТР





# МАШИНОСТРОЕНИЕ

МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

# MECHANICAL ENGINEERING

International Specialized Exhibition



## «ЛИТМЕТЭКСПО»

### ЛИТЬЕ И МЕТАЛЛУРГИЯ

Международная выставка литейного производства и металлургических технологий

Организатор:  
**МИНСКЭКСПО**  
[www.minskexpo.com](http://www.minskexpo.com)  
[metall@minskexpo.com](mailto:metall@minskexpo.com)  
 Тел.: +375 17 226 91 93  
 Факс: +375 17 226 91 92

**10-13 АПРЕЛЯ 2018**  
 Беларусь, Минск  
 пр-т Победителей, 20/2

генеральные информационные партнеры:





**17-20 апреля 2018**

XVII Международная специализированная выставка

# МАШИНОСТРОЕНИЕ СТАНКИ ИНСТРУМЕНТ

ВЫСТАВОЧНЫЙ КОМПЛЕКС «НИЖЕГОРОДСКАЯ ЯРМАРКА»

XXII Международная специализированная выставка

# СВАРКА

603086, Нижний Новгород, ул. Совнаркомовская, 13  
 тел. 8 (951) 917 02 57, 8 (831) 277 54 96  
 e-mail: [kaa@yarmarka.ru](mailto:kaa@yarmarka.ru)  
[www.yarmarka.ru](http://www.yarmarka.ru)



14-18 | 05 | 2018

Россия, Москва, ЦВК «Экспоцентр»  
[www.metobr-expo.ru](http://www.metobr-expo.ru)



2018

19-я международная  
специализированная  
выставка

# МЕТАЛЛОБРАБОТКА

Реклама 12+



МИНПРОМТОР  
РОССИИ



**«Оборудование,  
приборы и инструменты  
для металлообрабатывающей  
промышленности»**

При поддержке:

- Совета Федерации Федерального Собрания РФ
- Министерства промышленности и торговли РФ
- Союза машиностроителей России

Под патронатом ТПП РФ

Организаторы:

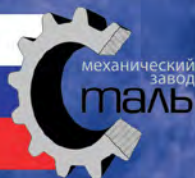


РОССИЙСКАЯ АССОЦИАЦИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ  
СТАНКОИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ  
«СТАНКОИНСТРУМЕНТ»

 ЭКСПОЦЕНТР

# ГАЗОПЛАМЕННАЯ АППАРАТУРА МАРКИ «НОРД-С»®

Самая совершенная, эффективная и безопасная газорезательная техника в России – проверено и подтверждено многолетним опытом практической работы.



СДЕЛАНО В РОССИИ

## РУЧНОЙ ГАЗОВЫЙ РЕЗАК

ПОВЫШЕННОЙ НАДЕЖНОСТИ  
МАРКИ «НОРД-С»®

**ВЫБОР  
УГЛА НАКЛОНА  
90°, 110°, 180°**

модернизированной  
головки с коническим  
смесителем и мундштуком

**МОНОБЛОЧНАЯ  
РУКОЯТКА**  
надёжность  
и долговечность

- повышенная взрывобезопасность и долговечность
- повышенная чистота реза (отсутствие нагара и наплывов)
- умеренная ширина реза (2-3 мм)
- высокая экономичность (экономия горючего газа и кислорода на 30-40%)
- универсальность (эффективная работа на любой горючей смеси кислорода с ацетиленом, пропан-бутаном, природным газом и т.д.)
- ремонтпригодность

Длина рабочего инструмента резака

стандартный	535 мм
укороченный	455 мм
удлинённый	800 мм
длинный	1000 мм

материал корпуса  
редуктора  
**ЛАТУНЬ**

Рекомендуем использовать резаки  
в комплекте с редуктором «НОРД-С»®

Модификации редукторов «НОРД-С»®

Характеристики редуктора,  
наибольшие значения

пропановый БПО-5-3

ацетиленовый БАО-5-3

кислородный БКО-50-3

пропускная способность, м³/ч

5

5

50

давление газа на входе, МПа

2,5

2,5

25

рабочее давление, МПа

0,3

0,15

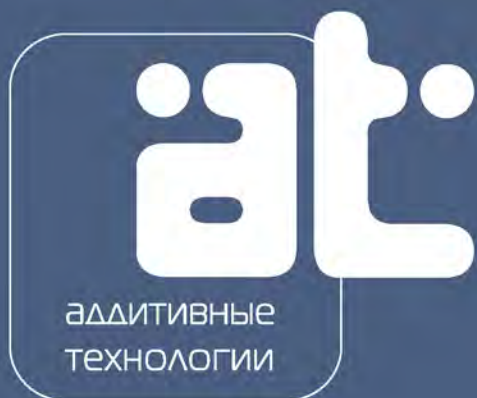
1,25

габариты, мм

160x130x100

210x130x100

150x120x100



## Журнал «Аддитивные технологии»

b2b издание – все об аддитивном  
производстве

приглашает к сотрудничеству  
авторов и экспертов отрасли,  
российских и зарубежных  
разработчиков и производителей  
3D-принтеров и расходных материалов,  
дистрибьюторов.

На страницах журнала публикуются обзорные, проблемные статьи, освещающие развитие аддитивных технологий; статьи о современных технических разработках; репортажи с производств, выставок, конференций; актуальные интервью; материалы о внедрении аддитивных технологий в различных отраслях и перспективах развития.



Журнал «Аддитивные технологии»  
распространяется по подписке,  
на отраслевых выставках.

Территория распространения —  
**Российская Федерация**

Тираж — **5 000** экземпляров

Периодичность — **4** раза в год

Издатель — **ООО «ПРОМЕДИА»**

(издает журнал «РИТМ машиностроения»).