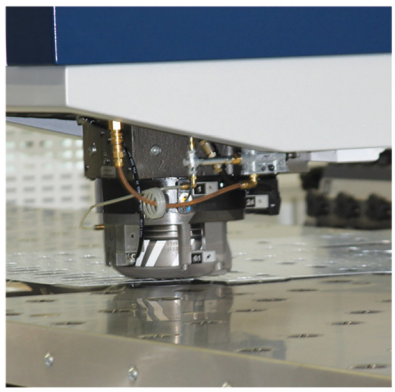
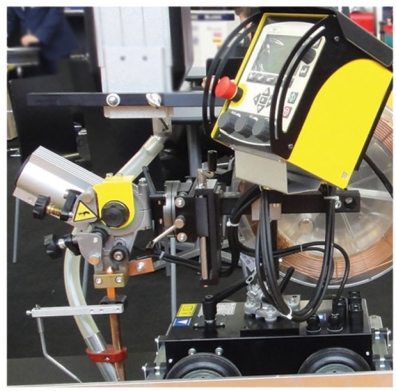
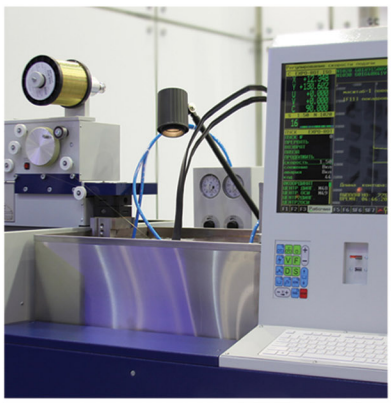
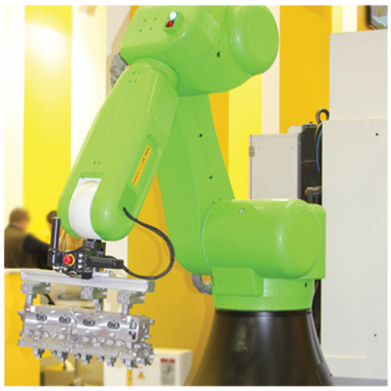
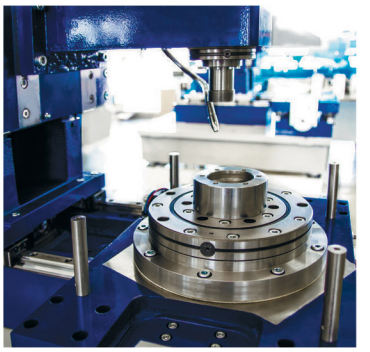
РИТМ МАШИНОСТРОЕНИЯ

'2
2017

ПОХВАЛЬНОЕ СЛОВО СЕРВИСУ (стр. **26**)





АРТА®

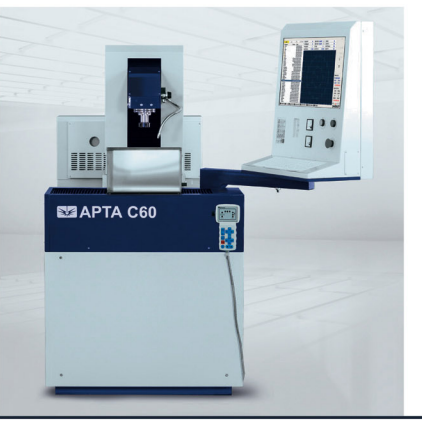
ЭЛЕКТРОИСКРОВЫЕ СТАНКИ И ТЕХНОЛОГИИ

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

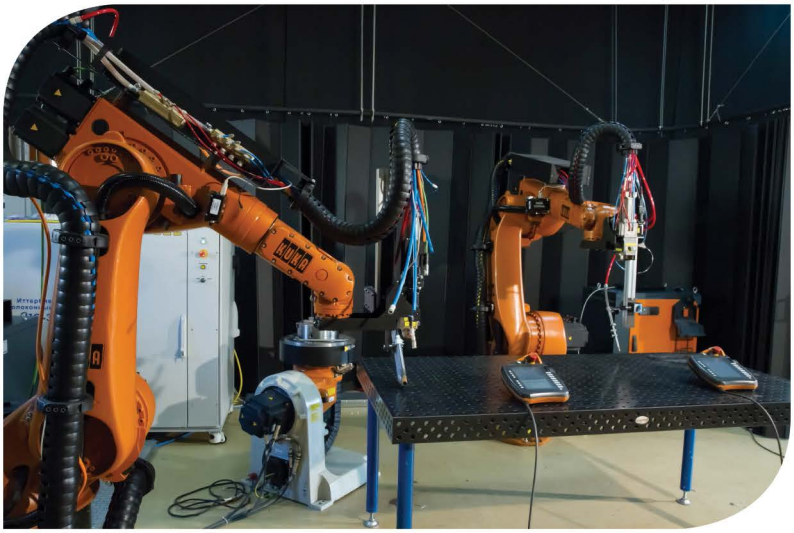


Научно-Промышленная Корпорация «ДЕЛЬТА-ТЕСТ»

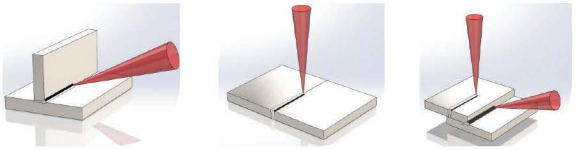
РОССИЯ, 141190, МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ, ГОРОД ФРЯЗИНО, ЗАВОДСКОЙ ПРОЕЗД, 4, ТЕЛ.: +7 (495) 995 09 68,
+7 (49656) 471 44, 494 55, **WWW.EDM.RU / ARTA@EDM.RU**

FL-WELD-R
Роботизированная установка лазерной сварки

IRE-POLUS



Роботизированная сварочная установка предназначена для обработки широкой номенклатуры изделий из углеродистых и нержавеющих сталей, алюминиевых и других сплавов с различной толщиной стенки.

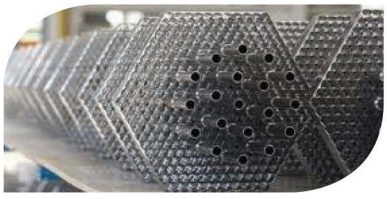


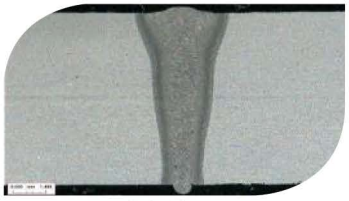
Широкий выбор исполнений и опций установки позволяет оптимально решать самые сложные и нестандартные задачи.

ПРЕИМУЩЕСТВА

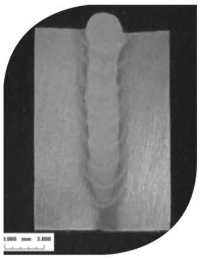
- Высокая скорость сварки (до 10 м/мин)*
- «Кинжальное» проплавление, аккуратный, качествен ный и прочный шов
- Сварка толщин до ≈10 мм за один проход без разделки кромок*
- Сварка толщин от 10 до 30 мм за несколько проходов в узкую разделку
- Равнопрочность сварного соединения (для хорошо свариваемых материалов)
- Минимальная зона термического влияния (~0,1– 1 мм), отсутствие зон разупрочнения
- Минимальные термические поводки и коробление
- Возможность сварки широкого спектра металлов
- Возможность широкого внедрения автоматизации
- Снижение влияния человеческого фактора
- Экономия электроэнергии и сварочных материалов
- Комфортные и безопасные условия труда персонала

* - Значения зависят от свариваемого материала и мощности лазерного источника

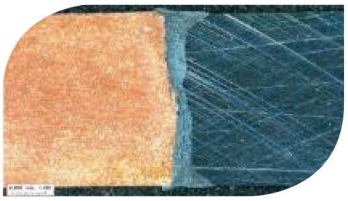




Ст3, 10 мм
односторонняя



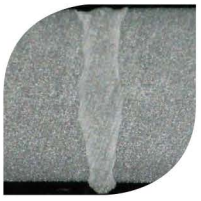
Ст3, 20 мм
многопроходная



Медь + нержавеющая сталь, 8 мм
двухсторонняя

Медь М-1, 12 мм
многопроходная

Высокопрочная сталь, 8 мм
двухсторонняя



Аллюминиевый сплав, 8 мм
односторонняя

Широкое применение:

Автомобилестроение

Вагоностроение

Авиастроение

ПРИГЛАШАЕМ ПОСЕТИТЬ НАШ СТЕНД НА ВЫСТАВКЕ "МЕТАЛЛООБРАБОТКА 2017" В ЦВК "ЭКСПОЦЕНТР" 15-19 МАЯ ПАВИЛЬОН 2/2, ЗАЛ № 1 СТЕНД № 21Е30

+7 (496) 255 74 46 / sales@ntoire-polus.ru / **www.ntoire-polus.ru**

The Power to Transform®

СОДЕРЖАНИЕ

5
В тренде – цифровизация, коботы и стартапы / In the trend – digitalization, cobots and start-ups

11
Щупы нового поколения просты во внедрении и эффективны в применении/ Feeler gauges of the new generation are easy to implement and effective in application

12
Зубофрезерование методом обката без подачи СОЖ / Gear-tooth hobbing by generating method without coolant using

18
Вместе с DMG MORI в эпоху Индустрии 4.0 / Together with DMG MORI in the era of Industry 4.0

20
Плазменные технологии в автосервисе / Plasma technologies in car-care center

26
ПОХВАЛЬНОЕ СЛОВО СЕРВИСУ / A COMMENDABLE WORD TO THE SERVICE

28
СЕРВИС — СИСТЕМА С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ / SERVICE — SYSTEM WITH FEEDBACK

30
СЕРВИСНАЯ СЛУЖБА КОМПАНИИ-ПОСТАВЩИКА / SERVICE FUNCTION OF PROVIDER

34
СЕРВИС В СТАНКОСТРОЕНИИИ: ЕДИНСТВЕННОЕ ВЕРНОЕ РЕШЕНИЕ ИЛИ МНОГОВАРИАНТНОСТЬ? / SERVICE IN THE MACHINE-TOOL INDUSTRY: THE ONLY CORRECT SOLUTION OR MULTIVARIANCE?

36
Роботизация как тренд в гонке за лидерством на производстве / Robotics – as a trend in the race for leadership in production

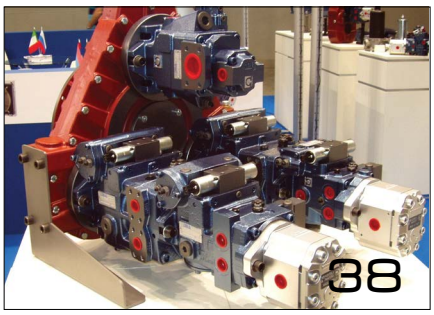
38
Индивидуализация – новое слово в гидравлике / Individualization – a new word in hydraulics

11

20

31

36


38

Издатель ООО «ПРОМЕДИА»
директор О. Фалина
главный редактор
М. Копытина
редактор
Т. Бердникова
выпускающий редактор
Т. Карпова
дизайн-верстка
С. Куликова
руководитель проекта
З. Сацкая
менеджер по распространению
Е. Ерошкина
Отдел рекламы:
П. Алексеев, Э. Матвеев
Е. Пуртова, 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 коммуникации (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.

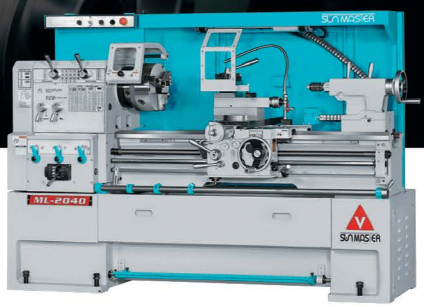
順詮機械工業有限公司

SHUN CHUAN

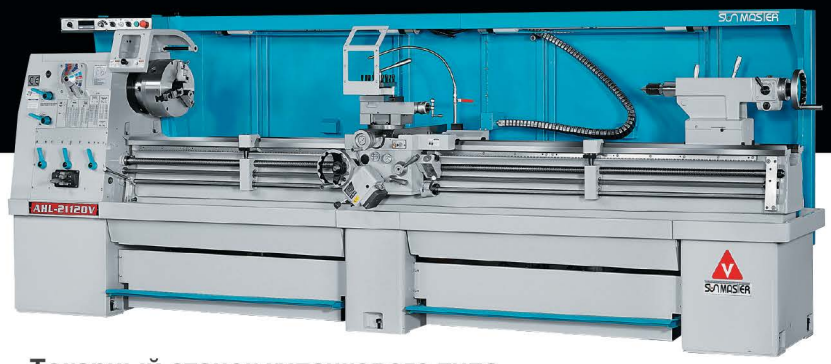
SUNMASTER

www.sunmaster-cnc.com

БЫСТРЫЕ, ТОЧНЫЕ И НАДЕЖНЫЕ ТОКАРНЫЕ СТАНКИ



Токарные станки всех типов
ML-1740/1760/2040/2060



Токарный станок кулачкового типа
AHL-1840/1860/1880/18120
AHL-2140/2160/2180/21120

CRL-1440/1640/1660

CNL-1740/1760

CSR-1840/1860

CHC-2240/2260/2280/22120

Признанный производитель оборудования

順詮機械工業有限公司

SHUN CHUAN

SUNMASTER

SHUN CHUAN MACHINERY IND. CO., LTD.
No. 5, Lin 1, Shan Kan Li, Yuan Li Town, Miaoli County, Taiwan
Tel: +886-37-741-591 (Rep.) www.sunmaster-cnc.com
Fax: +886-37-741-593 E-mail: shunch@ms22.hinet.net

МЕТАЛЛООБРАБОТКА

15–19.05.2017

18-я международная специализированная выставка

ЭКСПОЦЕНТР

Оборудование, приборы и инструменты для металлообрабатывающей промышленности

Организаторы:

ЭКСПОЦЕНТР МОСКВА

Российская Ассоциация производителей станкоинструментальной продукции «Станкоинструмент»

При поддержке:

- Министерства промышленности и торговли РФ
- Союза машиностроителей России

Под патронатом Торгово-промышленной палаты РФ

Реклама

12+

Россия, Москва, ЦВК «Экспоцентр»

www.metobr-expo.ru

В ТРЕНДЕ — ЦИФРОВИЗАЦИЯ, КОБОТЫ И СТАРТАПЫ

Более ста журналистов со всего света съехались в середине февраля в Ганновер на ставшую традиционной презентацию мировой технологической ярмарки Hannover Messe.

Интерес этот понятен. Именно эта ярмарка фиксирует прорывные технологические тренды, именно на ней четыре года тому назад было провозглашено, что свершилась четвертая промышленная революция, получившая название Индустрия 4.0. В некотором смысле крупнейшая в мире выставочная организация Deutsche Messe через ярмарку Hannover Messe несет огромное информационное бремя — рассказать промышленному миру, чем он живет. В этом году 6500 участников представят технологические продукты, 25% которых признаны инновационными. Подавляющая часть участников — малые и средние предприятия. Именно они в силу своей гибкости, мобильности, динамичности наиболее инновационно активны, именно на малом и среднем бизнесе держится экономическая устойчивость индустриально развитых стран.

Фото Deutsche Messe

Ведущей темой Hannover Messe нынешнего года, которая пройдет в Ганновере с 24 по 28 апреля, стало использование возможностей интегрированной индустрии для создания добавленной стоимости. Ключевыми будут решения для промышленности и энергетики. Пятьсот с лишним решений для Индустрии 4.0 послужат доказательством тому, что свершившаяся промышленная революция только тогда по-настоящему раскроет свой потенциал, когда промышленные предприятия и энергетические системы станут цифровыми. Член правления Deutsche Messe AG Йохен Кёклер (Jochen Köckler) высказал уверенность, что технологии, необходимые для успешной цифровизации промышленного производства, полностью разработаны и готовы к применению, и задача заключается только в том, чтобы лица, принимающие решения в промышленности и энергетике, осознали прямые долгосрочные выгоды.

Тема энергетики звучит все громче. Энергетическая зависимость Европы стала мощным импульсом к поиску решений устойчивого энергетического будущего. Цифровизация должна преобразить энергетическую отрасль. По мнению экспертов, без цифровизации невозможно будет сделать переход от сегодняшних устаревших электростанций к современным высокоэффективным энергетическим системам, основанным на возобновляемых источниках энергии и распределенных структурах электрогенерации. На выставке будут представлены комплексные решения по всей цепочке создания добавленной стоимости в энергетике — от производства, передачи, распределения и хранения энергии до альтернативных мобильных решений.

Цифровизация как драйвер создания новых бизнес-моделей; cobots — самообучающиеся роботы, работающие совместно с человеком, безопасные для него и простые в использовании, как смартфоны; машины, которые учатся на своих ошибках, что открывает невиданные перспективы в профилактическом обслуживании промышленного оборудования на всем протяжении их жизненного цикла — вот основные технологические тренды, которые преобразят промышленность. Например, отмечается, что рынок cobots стремительно растет. Если в 2015 году его емкость составила 90 млн евро, то к 2020 году он достигнет 1 млрд евро. Не случайно с цифровизацией связывают возникновение новых бизнес-моделей. Как выразился г-н Кёклер, цифровизация несет «неслыханные партнерства, например, между IT-компаниями и проектными фирмами или между стартапами и крупными корпорациями».

Отдельный павильон отведен под промышленные стартапы, которые решают разные задачи, объединяя промышленные и цифровые технологии. В этом году на выставке будет представлено около 50 стартапов на коллективных стендах под эгидой правительственных учреждений или других организаторов, а также 30 стартапов, которые выступят в качестве индивидуальных участников. Федеральное министерство Германии по вопросам экономики и энергетики (BMWi) выступает спонсором программы «Молодые инновационные компании», которая включает в себя тематические стенды для стартапов в трех секторах: цифровое производство, энергетика и промышленная автоматизация. BMWi берет на себя до 60% затрат на участие. На организованном специально для стартапов конкурсе «Startup Pitches @ Young Tech Enterprises» каждому из 32 претендентов будет дано лишь несколько минут, чтобы убедить аудиторию в преимуществах своего продукта, и не только получить приз в 5000 евро, но и заинтересовать потенциальных инвесторов.

Четырнадцатый год подряд на церемонии открытия выставки будет оглашен победитель конкурса Hermes Award, который называют технологическим Оскаром. Эта международная технологическая премия присуждается выдающимся образцам продукции, инноваций и решений, которые представлены впервые и именно на Hannover Messe.

Конкурс Robotics Award — более молодой, но весьма актуальный. Победителями будут названы инновации в области промышленной автоматизации или в направлении развития мобильных роботов и автономных систем.

Страной-партнером Hannover Messe 2017 будет Польша. Инновации и рост — вот два ключевых фактора, которые вывели Польшу на уровень партнера Hannover Messe в 2017 году. Около 150 компаний будут представлять эту страну в качестве привлекательного партнера в различных областях промышленности.

Зинаида Сацкая

СТАНКОСТРОЕНИЕ: ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

2 марта Ассоциация «Станкоинструмент» на общем собрании подвела итоги деятельности, проинформировала о событиях, происходящих в отрасли, а также планах развития. Основной доклад сделал президент Ассоциации Г. В. Самодуров. Выступили также директор департамента станкостроения и инвестиционного машиностроения Минпромторга М. И. Иванов, руководители предприятий.

Реалии российского рынка

Станкостроение — это инвестиционная отрасль, поэтому для понимания ее положения и направлений развития важно отметить состояние экономики страны.

В 2016 году по сравнению с 2015 валовой натуральный продукт в России составил 99,8 %; индекс промышленного производства — 101,1 %; внешнеторговый оборот — 88,1 % (в т. ч. экспорт 81,8 %, импорт 99,2 %); инвестиции в основной капитал — 95,7 %, обрабатывающее производство — 101,9 %; производство и распределение электроэнергии и газа — 101,5 %; инфляция — 5,4 %. Данные показатели, к сожалению, не отражают возможности для технологического прорыва с высокой потребностью продукции отрасли. Невысокая инфляция, с одной стороны, положительный момент, но те меры, которыми она достигается, радовать не могут. Вопросы уменьшения денежной массы, определенный вывод финансовых ресурсов в зарубежные фонды, ограничение внутреннего рынка — все эти моменты работают не на пользу станкостроительной отрасли. Серьезные изменения курсовой разницы негативно сказываются на предприятиях отрасли. И хотя удельный вес комплектующих изделий в оборудовании значительный, тем не менее резкое снижение курса доллара ведет к появлению серьезных конкурентных преимуществ у предприятий, поставляющих продукцию по импорту. Поэтому следует говорить о необходимости фиксировать курс доллара на уровне 62–65 рублей, что будет способствовать появлению стабильности.

Мировое производство металлообрабатывающего оборудования в 2016 году составило в стоимостном выражении 72 млрд $, потребление — 71 млрд $, что свидетельствует о падении по сравнению с 2015 годом. Предварительная российская статистика такова: в 2016 году производство станков 3857 штук, КПО 2423 штук; т. е. по сравнению с 2015 отмечается рост.

Импорт металлорежущих станков и КПО в Россию, по данным государственного таможенного управления РФ, составил 10 449 единиц на сумму 1 018 336,3 тыс. $. Т. е. при снижении импорта потребление за последний год увеличилось. Сейчас можно говорить о том, что зависимость от импорта по станкоинструментальной продукции находится на уровне 70 %. Экспорт станков и КПО составил 515 единиц оборудования на сумму 39 653,5 тыс. $.

Статистика по предприятиям Ассоциации «Станкоинструмент»

Общий выпуск товаров и услуг составил 37 540 млн руб. или 107,3 % к уровню 2015 года, в том числе:

1. Выпуск товаров и услуг станкозаводами — 10 447 млн руб. или 109,6 %, из них: металлорежущие станки 1965 штук — 8319 млн руб. или 111,6 %; станки с ЧПУ 714 штук — 7095 млн руб. или 118,7 %. Лидеры по производству металлорежущих станков: «Станкотех» — 20 % произведенной продукции, НПО «Станкостроение» — 18 %, «Ульяновский станкозавод» — 12 %, КЭМЗ — 10 %, «Саста» — 7 %. Наблюдается тенденция по выпуску сложных наукоемких продуктов.

2. Выпуск товаров и услуг заводами кузнечно–прессовых и литейных машин — 6765 млн руб. или 113,5 %, из них кузнечно-прессовые и литейные машины — 1320 млн руб. или 142 %.

3. Выпуск товаров и услуг инструментальными заводами составил 20 327 млн руб., из них: **а)** металлообрабатывающий — 2991 млн руб. или 127 %; **б)** алмазный — 4320 тыс. карат или 76 % на 439,45 млн руб.; **в)** абразивный — 33 311 т или 102 % на 6284 млн руб.; **г)** пневмоприводы и пневмоавтоматика — 16,117 млн руб. или 120,6 %; **д)** сплавов на основе вольфрама — 560,2 тонн или 71,2 % на 2467 млн руб.; **е)** редукторы — 2759 шт. или 78,4 % на 632,46 млн руб.

Как тенденцию можно отметить изменение подхода к деятельности предприятий: идут структурные преобразования, меняются имущественные комплексы, инфраструктура. Появляется все больше предприятий, производящих комплектующие изделия, осуществляющие отдельные виды работ, связанные со сборкой, ремонтом, модернизацией, инжинирингом, информационным обеспечением. Чтобы чувствовать себя уверенно в условиях нестабильного рынка предприятия отрасли, особенно производители КПО, осваивают производство непрофильной продукции.

Из станкоинструментальных разработок 2016 года хотелось отметить следующие: гамма портальных вертикально-фрезерных обрабатывающих центров с размером стола 630, 800 и 1250 мм; комплексная система ЧПУ «Перспектива», сменные шпиндельные головки для обработки легких и титановых сплавов, жаропрочных сталей, черных сплавов; станция СОЖ высокого давления. Создана гамма поворотных и наклонно-поворотных (глобусных) столов с диаметром планшайбы 630, 800 и 1250 мм; инструментальные магазины для ОЦ с механизмом автоматической смены инструмента. Практически закончена работа по созданию унифицированных прецизионных ползунов с сечением 400×400, 500×500 и 600×600 мм. На ряде инструментальных предприятий активно развивается новое направление — изготовление инструмента из твердого сплава методом вышлифовки. Этот перечень можно расширять.

Что нужно ОПК?

Анализ заявок по Постановлению Правительства № 1224 «Об установлении запрета и ограничений на допуск товаров, происходящих из иностранных государств, работ, выполняемых иностранными лицами, для целей осуществления закупок товаров, работ для нужд обороны страны и безопасности государства» позволяет строить прогнозы на спрос оборудования.

В истекшем году рабочими группами «Производство» и «Наука» отраслевой комиссии Минпромторга РФ было рассмотрено 3344 заявок на поставку импортного оборудования, из них: по 2390 заявкам подтверждено отсутствие производства в России, по 420 заявкам не подтверждено. Запросы распределились следующим образом: токарные станки — 471 (23%); сверлильно-расточные — 110 (5%); шлифовальные станки — 334 (16%); станки для электрофизико-химических и других методов обработки — 140 (7%), зубообрабатывающие станки — 27 (1%), фрезерные станки — 547 (28%), строгальные, долбежные и протяжные станки — 5 (0%); отрезные, ленточные станки — 80 (4%), резьбонарезные, резьбонакатные — 22 (1%); машины кузнечно-прессовые, оборудование для обработки металлов давлением — 225 (11%); литейное оборудование — 29 (1%), оборудование для термообработки — 53 (3%).

Новые нормативы

Принятие правительственных нормативных постановлений, ограничивающих закупки импортного оборудования при наличии отечественных аналогов, способствует инвестиционной деятельности и трансферту технологий. В 2016 году в отрасль были инвестировано около 5,5 млрд руб. по всем направлениям.

В 2016 году также был принят ряд решений по развитию отрасли.

• Протокол выездного заседания президиума Совета при Президенте РФ по модернизации экономики и инновационному развитию России № 2 от 15 марта об инновационном развитии в сфере станкостроения.

• Поручение Председателя Правительства от 25 мая ДМ-П6–3079 «О проекте стратегии развития станоинструментальной промышленности на период до 2030 года и план ее реализации на 2017–2020 годы».

• Постановление Правительства от 8 ноября № 1143 «О предоставлении субсидий из федерального бюджета российским организациям на компенсацию части затрат на производство и реализацию пилотных партий средств производства потребителям в 2016 году». Постановление позволяет финансово заинтересовать потребителя приобретать опытные образцы нового отечественного оборудования. Заказчики могут получить скидку от 15 до 50% на цену изделия. А чтобы изготовитель не нес финансовых убытков, создается специальный фонд, из которого Минпромторг компенсирует разницу в цене. На 2017 год в бюджете уже запланировано 3,9 млрд руб. Правда, механизм является сквозным по целому ряду отраслей, включая станкостроение, энергетическое и тяжелое, нефтегазовое машиностроение, производство дорожно-строительной техники и др.

• Постановление № 1224 (теперь это постановление № 9 от 14.01.2017) обновлено и полностью увязано с постановлением № 719 от 17.07.2015 «О критериях отнесения промышленной продукции к промышленной продукции, не имеющей аналогов, произведенных в Российской Федерации». Таким образом, закончены работы по выстраиванию механизма регулирования госзакупок.

Впервые в постановлении № 9 от 14.01.2017 г. появился раздел «Инструмент», что будет серьезной поддержкой предприятиям инструментального комплекса.

В начале марта по Минпромторгу принято очень важное распоряжение о введении 50% минимального порога авансирования на закупку станков в рамках перевоору-

ЛАЗЕРНЫЕ АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

СЕРИЯ МЛ6
производится с 2016 года

Станок послойного лазерного сплавления металлопорошков

Разработано и произведено в России

Объем построения: 60×60×200 мм, 100×100×200 мм и 210×210×200 мм

Российское программное обеспечение

Открытые технологические настройки

Обучение

Сопровождение в течение всего срока службы оборудования

Поставка под ключ

группа компаний ЛАЗЕРЫ И АППАРАТУРА

www.laserapr.ru • sales@laserapr.ru • +7 499 731 20 19

жения тех предприятий, которое осуществляется по программе поддержки промышленности. В перспективе обсуждается увеличение этой цифры до 80%.

В рамках этих постановлений активно идет создание крупных дивизионов таких корпораций, как Росатом и Роскосмос. Среди предприятий Росатома около 5–7 позиционируют себя как производители МО. Важно сейчас грамотно выстроить схему работы с ними, чтобы исключить ненужную конкуренцию и развивать не представленные в России виды оборудования.

Вследствие создания новых видов станкоинструментальной продукции с предприятиями Республики Беларусь разрабатывается механизм признания продукции, произведенной на территории Беларусь для участия в тендерах в России.

Наука

Ключевые вопросы научного обеспечения предприятий отрасли связаны с деятельностью Центра превосходства на базе МГТУ «Станкин».

Также продолжает действовать постановление правительства № 1312 по компенсации затрат на НИОКР комплексных инвестиционных проектов.

Что касается подпрограммы «Станкостроение», где существовала отдельная мера поддержки НИОКРов, ее финансирование закончено в 2016 году. В самое ближайшее время на сайте Минпромторга будет объявлен прием новых тематик для оказания мер поддержки.

СПИК

Постановление № 719 в прошлом году запустило процесс получения предприятиями статуса российских. Важный момент! Для признания оборудования российским не только станкостроительная компания должна подписать специальный инвестиционный контракт (СПИК). Согласно постановлению № 719, с 2018 года 50% комплектующих должно быть произведено на территории РФ. Это значит, что все производители комплектующих должны получить статус российского производителя. На текущий момент ни одного такого подтверждения нет. С апреля этого года ТПП будет требовать данное подтверждение, поэтому станкостроительным предприятиям необходимо работать в этом направлении, в том числе, со своими поставщиками.

ГИСП

В Минпроторге завершили формирование одного из важнейших инструментов — Государственной информационной системы промышленности. Минпромторг рекомендует предприятиям пройти регистрацию на ресурсе https://gisp.gov.ru в ближайшее время.

Фонд развития промышленности (ФРП)

В 2016 году через ФРП были проведены 10 станкоинструментальных проектов на сумму 3,7 млрд руб. Предприятия получили финансовую поддержку в рамках программы «Станкостроение» — займы на 7 лет под 5%, с возвратом в последние 2 года. В этом году уже одобрен заем ПАО «Сибличтмаш», рассматриваются еще четыре проекта, ставится задача по принятию 12 проектов. С ФРП достигнута договоренность, что в 2017 году программа «Станкостроение» не будет иметь потолка по бюджету. Ограничение существует только в рамках суммы средств Фонда, а это сейчас 20 млрд руб.

Один из ключевых вопросов — организация производства комплектующих. Минпромторг, ФРП с привлечением Ассоциации готовят специальную программу в том числе с уникальными условиями кредитования: в первые три года выделение кредитных ресурсов под 1–3%, а в 4–5 год — до 3–4%.

Сотрудничество

Вопросы развития станкостроительной отрасли в настоящий момент рассматриваются, решаются и курируются на самом высоком уровне: Минпромторг, Минэкономразвития, Государственная Дума, ТПП, Коллегия Военно-промышленной комиссии при Правительстве, Совет Федераций, общественные организации. Создано агентство по технологическому развитию. Широкий круг партнеров Ассоциации «Станкоинструмент» и активное взаимодействие с ними позволяют как аппарату Ассоциации, так и ее членам, быть в курсе происходящих событий, использовать новые возможности, принимать участие в формировании политики развития отрасли.

Татьяна Карпова

ПОДПИСКА НА РИТМ МАШИНОСТРОЕНИЯ

ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ПОДПИСКА БЕСПЛАТНАЯ!

АНКЕТА ПОДПИСЧИКА

2017

Ф.И.О. _____

Предприятие _____

Должность _____

Адрес доставки с индексом _____

_____

Тел.: _____ e-mail: _____

Виды деятельности предприятия: _____

Редакция журнала «РИТМ машиностроения» (499) 55-9999-8

НОВАЯ СЧПУ

21 февраля в МГТУ «СТАНКИН» состоялась презентация недавно завершенной университетом стратегически важной разработки — российской комплектной системы ЧПУ «Перспектива».

СЧПУ была разработана в 2014–2016 годах по заказу Минпромторга России консорциумом, в который вошли МГТУ «СТАНКИН», ОАО «Т-Платформы», ООО «СТАНКИН-ТПО»; ООО «ИНЭЛСИ»; ОАО «ЦНИТИ».

«Перспектива» не имеет аналогов в России и принципиально отличается от того, что в этой области было разработано в МГТУ «СТАНКИН» ранее. По своим техническим характеристикам СЧПУ не только не уступает, но по ряду параметров — превосходит мировые аналоги.

Новая система ЧПУ имеет ключевое значение для импортозамещения в области станкостроения, обеспечивая важнейшую технологию двойного назначения — 5-координатную обработку сложнопрофильных поверхностей. Примененная в опытных образцах СЧПУ зарубежная комплектация будет последовательно заменяться на отечественные аналоги.

СЧПУ «Перспектива» может с высоким качеством управлять не только любыми металлорежущими станками, но и промышленными роботами и комплектными гибкими производственными ячейками (ГПЯ) и системами (ГПС). Особенностями СЧПУ являются: возможность быстрой адаптации к задачам программного управления любым технологическим оборудованием; свободно конфигурируемый человеко-машинный интерфейс; высокоскоростной протокол MCSNet; развитый язык высокого уровня MCSL; возможность многоканального управления оборудованием.

«Перспектива» имеет модульный принцип построения. Специально для нее была разработана система унифицированных электронных модулей, позволяющая строить и в дальнейшем наращивать системы программного управления любой сложности, практически любым технологическим оборудованием и другими техническими объектами.

Первыми были оснащены новой системой ЧПУ обрабатывающие центры производства НПО «Станкостроение» (Стерлитамак) и компании «САСТА» (Рязанская обл.), а также технологический робот производства АО «АВТОВАЗ». Все эти модели оборудования ранее также были созданы по заказу Минпромторга России. Опытные образцы СЧПУ «Перспектива», установленные на данном оборудовании, были продемонстрированы гостям в действии.

http://www.stankin.ru

СТАНКИ ДЛЯ РЕЗКИ И РАСКРОЯ
ЛИСТОВЫХ И РУЛОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

СЕРИЯ МЛ35 КОМПАКТ

Разработано и произведено в России

Специально для резки трансформаторной стали

Поле обработки: до 1500х1500 мм

Резка рулонных металлов и заготовок в ½ листа

Волоконный лазер до 2 кВт или Nd:YAG лазер до 300 Вт

Подходит для установки в помещениях ограниченной площади

Линейные двигатели российской разработки и производства

группа компаний ЛАЗЕРЫ И АППАРАТУРА

www.laserapr.ru • sales@laserapr.ru • +7 499 731 20 19

ВСТРЕЧА СВАРЩИКОВ

15 февраля состоялась выездная сессия (симпозиум) Московского межотраслевого альянса главных сварщиков (ММАГС). На этот раз гостей радушно встретила компания «Рутектор».

На симпозиуме присутствовали 54 представителя промышленных предприятия. Приветствовал собравшихся президент ММАГС Ю. К. Подкопаев. С докладами выступили руководитель отдела дуговой сварки и автоматизации сварки ООО «Рутектор» Г. С. Попов, руководитель контактной сварки «Рутектор» М. Н. Ломагин, технический директор Группы компаний РС Ю. Н. Щепко и др. На симпозиуме были рассмотрены последние достижения отечественных и мировых разработчиков оборудования, технологий и материалов для сварки, резки, наплавки. Большой интерес аудитории вызвали представленные методы механизации, автоматизации и роботизации, аттестация и сертификация сварочного персонала, вопросы безопасности и охраны труда на сварочном производстве, в частности, современное сварочное оборудование фирмы Castolin Eutectic для наплавочных и ремонтных работ, применение роботов Fanuc в сварочном производстве, маски сварщика с автоматическим светофильтром фирмы TECMEN, оборудование орбитальной сварки Magnatech (США) и оригинальные технологии орбитальной сварки компании.

Технологиями аддитивного производства от компании «SLM Solution» поделился ведущий специалист этой компании В. Карпинский. Свое выступление он подкрепил показанными образцами, изготовленными по новым технологиям.

Особенно важно, и это отмечали многие специалисты, удачное сочетание теоретической части заседания с практической, когда преимущества представленного в докладах оборудования можно было не только что называется потрогать руками, но и оценить его в работе.

В демонстрационном зале «Рутектор» было представлено оборудование CEA, роботизированная сварка с использованием робота Fanuc, использована проволока-новинка компании Dratec с латунным покрытием.

Профессионалы по достоинству оценили организацию мероприятия, отдав должное принимающей стороне, а именно ООО «Рутектор».

Компания «Рутектор» — одна из крупнейших компаний на рынке производителей и поставщиков сварочного, строительного, теплового, металлообрабатывающего, уборочного и др. оборудования.

«Рутектор» сегодня — это более:

- 22 лет опыта работы;
- 550 000 завершенных сделок с поставками новейших видов продукции;
- 100 сотрудников;
- 50-ти партнеров-заводов из 15 стран.
- 100 000 артикулов и наименований в ассортименте реализуемой продукции.
- 20 партнеров по сервису реализуемой продукции в РФ.

ЩУПЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ПРОСТЫ ВО ВНЕДРЕНИИ И ЭФФЕКТИВНЫ В ПРИМЕНЕНИИ

В условиях кризиса вопрос модернизации и совершенствования производства по-прежнему важен. Новый ZX-Speed предназначен для тех, кто хочет повысить эффективность производства посредством автоматизации, увеличения скорости и экономичности процесса измерения и контроля инструментов.

В системе ZX-Speed компании BLUM заложен следующий принцип работы. Измерение длины и контроль поломки выполняются в то время, когда инструмент неподвижен. Определение радиуса и крупногабаритных инструментов, таких как торцевые фрезы, которые следует измерять при смещении от центра, осуществляют во время движения с помощью режущих кромок, вращающихся в направлении против часовой стрелки. Измерения выполняются после загрузки нового инструмента либо между этапами обработки. Данный метод отличается высокой степенью надежности и помогает снизить количество брака, возникающего в результате невыявленной поломки инструмента, его износа и неверной настройки и тем самым сократить издержки производства.

Рис. 1.

ZX-Speed предназначен для измерения длины, радиуса и контроля поломки инструмента. Щупы ZX-Speed можно выбрать с разной передачей сигнала: кабельным соединением (**рис. 1**), посредством радиопередачи или инфракрасного излучения. Конструкция выполнена из прочного материла и включает в себя оптоэлектронный измерительный механизм.

Благодаря своей прочности, соответствующей классу защиты IP68, щуп ZX-Speed полностью отвечает требованиям применения инструментов на станке. Кроме того, этот новейший из серии щупов BLUM для настройки инструментов отличается компактностью, что делает его идеальным для применения на станках в ограниченном пространстве.

Если установка проводной версии щупа невозможна, доступны беспроводные варианты. Например, щуп ZX-Speed с инфракрасной передачей представляет отличное решение для станков с устройством смены паллет, когда триггерный сигнал передается на инфракрасный приемник IC56. Если станок уже оснащен датчиком BLUM для измерения детали, работующим в инфракрасном диапазоне излучения, есть возможность в режиме “DUO” применять две измерительные системы последовательно, используя один ИК-приемник, что очень выгодно с точки зрения экономии.

Щуп ZX-Speed RC (**рис. 2**) с радиопередачей используется в том случае, если нет гарантированной линии прямой видимости между щупом и приемником. Одно из преимуществ новой технологии передачи заключается в том, что каждый бит радиосигнала проходит через всю ширину диапазона частот, предотвращая таким образом, какие-либо помехи в передаче.

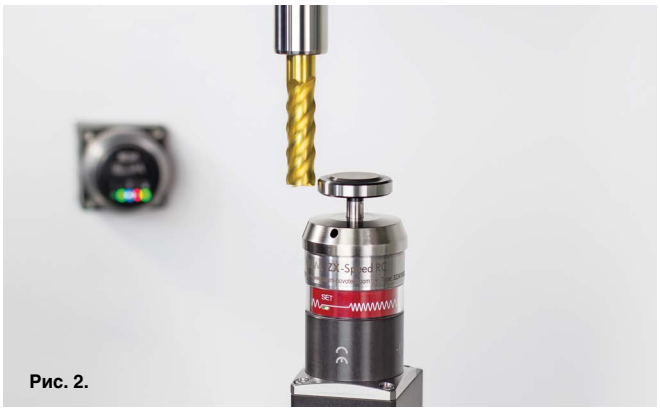


Рис. 2.

Эта зарекомендовавшая себя технология радиопередачи обеспечивает последовательную активацию до шести измерительных радиосистем BLUM посредством одного приемника, а также одновременное использование двух измерительных радиосистем на одном станке, работающем в режиме TWIN.

Самая важная характеристика нового ZX-Speed, о которой стоит упомянуть, это современный многонаправленный измерительный механизм нового поколения. В отличие от традиционных щупов его вращательно симметричная конструкция обеспечивает постоянные и сверхточные измерительные показатели во всех направлениях измерения без какого-либо приоритетного направления. Все это позволяет выполнять измерения мельчайших инструментов диаметром 1 мм и более посредством стабильной повторяемости в 0.4 µm 2σ. Система генерирования триггерного сигнала, используемая в измерительных щупах BLUM, примечательна еще и тем, что она основывается на принципах оптоэлектроники и затенении миниатюрного светового барьера, а не использует обычный микропереключатель. Данная система не подвержена износу и гарантирует неизменно высокую точность измерений даже после миллионных циклов переключения.

Предвосхищая пожелания и отвечая требованиям каждого заказчика, компания BLUM предлагает широкий спектр всевозможных приспособлений для контактных щупов, включая сменные измерительные поверхности, различные крепежные кронштейны, а также воздушные сопла для очистки инструмента и измерительной поверхности.

Многокоординатные щупы новой серии ZX-Speed бюджетные, но качественные.

Представительство Блюм-Новотест ГмбХ
в Нижнем Новгороде
Новак Вадим Александрович
Тел. +7987 393 58 21
v.nowak@blum-novotest.com
www.blum-novotest.com

BLUM
focus on productivity

ЗУБОФРЕЗЕРОВАНИЕ МЕТОДОМ ОБКАТА БЕЗ ПОДАЧИ СОЖ

ЗУБОФРЕЗЕРОВАНИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ КОЛЕС, ПРОВЕДЕННОЕ МЕТОДОМ ОБКАТА БЕЗ ПРИМЕНЕНИЯ СОЖ, ДЕМОНСТРИРУЕТ РЯД ПРЕИМУЩЕСТВ, СРЕДИ КОТОРЫХ ВЫСОКАЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ, ТОЧНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ.

Наибольшее распространение в производстве термически не упрочненных цилиндрических зубчатых колес внешнего зацепления получило зубофрезерование червячными фрезами методом обката. Условия обработки при обкатном зубофрезеровании значительно отличаются от условий обработки, характерных для зубопротягивания, зубодолбления, зубошевингования и других методов.

Наряду с высокой универсальностью метод обкатного зубофрезерования характеризуется значительной трудоемкостью при большом объеме удаляемого металла и сложных условиях резания, когда затруднено образование стружки главной и вспомогательными режущими кромками зубьев червячной фрезы. Поэтому технические решения, направленные на повышение производительности обкатного зубофрезерования, надежности процесса и его экономической эффективности, являются актуальными для промышленного производства.

Цилиндрические колеса внешнего зацепления нарезают на зубофрезерных станках червячными фрезами с исходным контуром производящей зубчатой рейки. Эвольвентный профиль зубьев колеса образуется режущими кромками фрезы с прямолинейным или модифицированным профилем в результате их взаимного обката [1].

При зубофрезеровании зубья червячной фрезы **3** образуют с обрабатываемой заготовкой **1** винтовое станочное движение, выполняемое узлами станка (**рис. 1**). При этом образуется трехкомпонентная стружка **2**, у которой средняя часть во впадине зубьев имеет максимальную толщину.

Наибольшее распространение получили методы зубофрезерования червячной фрезой с осевым (**рис. 2**), радиально-осевым и диагональным движениями подачи, а также зубофрезерование за два рабочих хода [2].

В настоящее время широко применяют зубофрезерование с подачей смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ). В качестве СОЖ используют дорогостоящие минеральные и синтетические масла. Испарения, возникающие при использовании масел, не совместимы с окружающей средой, так как содержат хлор, тяжелые металлы и ароматические углеводороды. Зубофрезерные станки, на которых в качестве СОЖ используют масла, должны быть оснащены мощными установками для удаления масляного тумана, не допуская его эмиссию в окружающую среду, а также устройствами для очистки и охлаждения СОЖ.

Подача СОЖ уменьшает износ от трения, охлаждает инструмент и заготовку и отводит стружку из зоны обработки. Однако неравномерное охлаждение зубьев вызывает повышенный износ режущей кромки, первой входящей в зацепление. Снижается стойкость червячных фрез и увеличивается расход режущего инструмента. В этих условиях очень сложно добиться стабильности процесса зубофрезерования. Обычно разброс точности фрезерованных цилиндрических колес достаточно большой (7–9 степень точности по ГОСТ 1643–81), что затрудняет проведение последующих чистовых операций.

Кроме того, в последние годы значительно повысилась стоимость утилизации СОЖ, которая в цеховой себестоимости может составлять 15–20 %. В этих условиях отдельные производители цилиндрических зубчатых колес обращают внимание на обкатное зубофрезерование без подачи смазочно-охлаждающей жидкости.

С целью изучения процесса зубофрезерования без подачи СОЖ были произведены экспериментальные исследования при обработке термически не упрочненной цилиндрической шестерни (mn = 2,75 мм, z = 27, α = 20°, β = 18°, b =16 мм, d = 74,25 мм) коробки передач легкового автомобиля из легированной стали 18ХГТ.

Для операции зубофрезерования использовался современный зубофрезерный станок (dmax = 250 мм, mmax = 4,5 мм) с высокоэффективной системой управления Sinumerik 840D, повышенной статической и динамической жесткостью основных узлов, с большим диапазоном осевого перемещения фрезы (160… 320 мм). Частоты вращения червячной фрезы — 225… 3000 об/мин и стола с заготовкой — 5… 600 об/мин, а также высокая мощность привода фрезерного шпинделя 18,5 кВт позволяют применять однозаходные и многозаходные быстрорежущие или твердосплавные червячные фрезы. Общее число осей ЧПУ — шесть, в том числе — четыре одновременно управляемые оси.

В качестве инструмента применяли цельные червячные фрезы класса АА из порошковой быстрорежущей вольфрамокобальтовой стали Р9К10-П повышенной теплостойкости (до 620°–670°С) со следующими геометрическими параметрами (m0 = 2,75 мм, α0 = 20°, da0 = 125 мм, z0 = 2, i = 15). Для обеспечения более плавного резания стружечные канавки фрезы выполнены наклонными (**рис. 3**).

Червячные фрезы были изготовлены методом горячего изостатического прессования, которое выполняют в га-

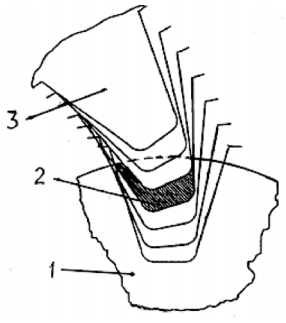


Рис. 1. Схема нарезания зубьев червячной фрезой

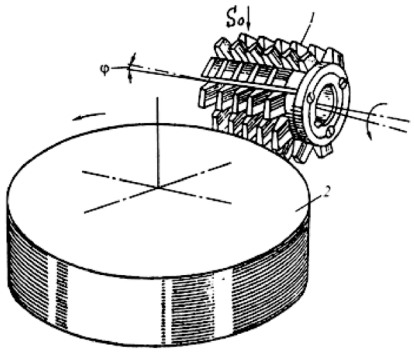


Рис. 2. Схема обкатного зубофрезерования червячной фрезой 1 заготовки зубчатого колеса 2: So — осевая подача; φ — угол поворота фрезерной головки

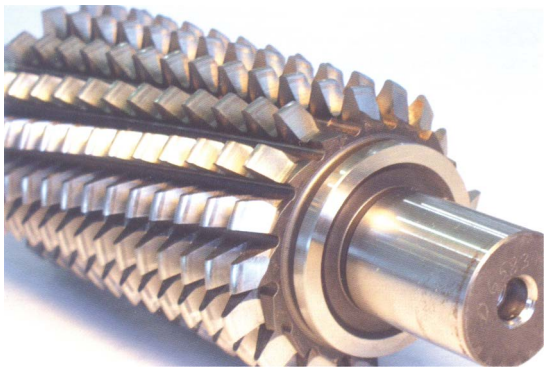


Рис. 3. Цельная червячная фреза

зостатах. Газостат представляет собой сосуд высокого давления с системами подачи и нагрева газа. После загрузки капсулы с порошком быстрорежущей стали в камеру газостата ее закрывают и откачивают воздух. Затем нагревают и подают аргон. После достижения необходимых значений температуры **1** и давления **2** осуществляют выдержку, которая длится 2–3 часа. В зависимости от требований к порошковой быстрорежущей стали охлаждение и снижение давления после выдержки могут быть быстрыми и медленными (**рис. 4**). Горячее изостатическое прессование производят при температурах 900–2250°С и давлении 100–200 МПа [3]. Высокое газовое давление действует равномерно во всех направлениях, что обеспечивает 100-процентную плотность порошкового материала червячных фрез и изотропные свойства прессованных материалов.

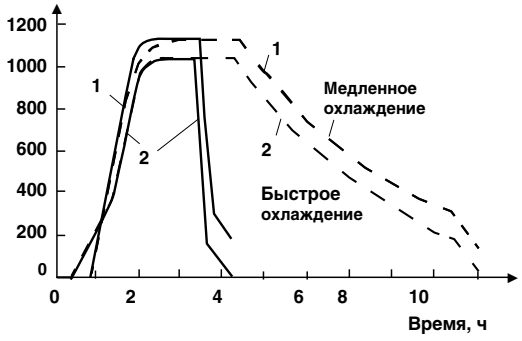
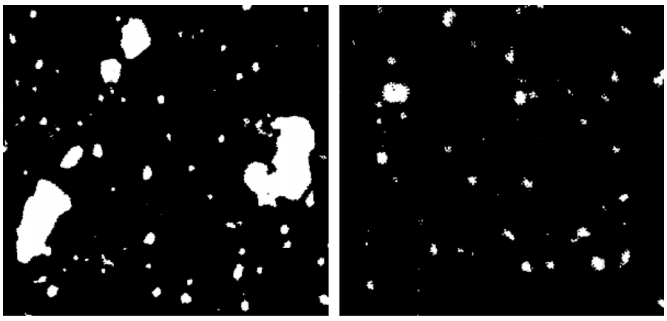


Рис. 4. Схема цикла горячего изостатического прессования

Следует отметить, что микроструктура прессованных деталей из распыленных металлических порошков отличается высокой дисперсностью и однородностью, а прессованный материал инструмента обладает повышенной прочностью и вязкостью. Исследования показали, что микроструктура кованной быстрорежущей стали Р9К10 (**рис. 5а**) имеет разноразмерность и неравномерное распределение карбидной фазы (светлые пятна) по сравнению с микроструктурой порошковой быстрорежущей стали Р9К10-П (**рис. 5б**). Это позволяет существенно повысить стойкость червячных фрез из порошковых быстрорежущих сплавов по сравнению с кованными и успешно конкурировать им с твердосплавными инструментами.

Важным для червячных фрез из порошковых сталей, используемых при обработке зубьев без подачи СОЖ, считается сбалансированная часть углерода, которая с одной стороны повышает твердость и износостойкость, а с другой стороны уменьшает вязкость. Это имеет решающее значение при обкатном зубофрезеровании, обусловленном входом и выходом зубьев фрезы из резания при высоких термических нагрузках.



а) б)

Рис. 5. Микроструктура кованной (а) и порошковой (б) быстрорежущей стали

Для повышения режущих свойств зубья червячной фрезы покрывали износостойким покрытием из нитрида титана алюминия (TiAlN) толщиной 3… 5 мкм. Такое покрытие имеет высокую твердость до HV 2700 при низкой теплопроводности и допускает максимальную температуру при резании до 800°С. Значительное содержание A_2O_3 в покрытии считается основной причиной высокой износостойкости режущего инструмента при обработке резанием без подачи СОЖ.

Для восстановления режущей способности червячных фрез после их износа производили заточку зубьев и возобновляли износостойкое покрытие, что позволяло существенно повысить стойкость инструмента.

Зубофрезерование косозубого цилиндрического колеса выполняли цельной червячной фрезой (**рис. 3**) с осевой подачей. Центрирование и закрепление заготовки производили в гидропластовом зажимном приспособлении за счет деформации тонкостенной эластичной втулки с твердостью HRC 52–60. Базирование заготовки осуществляли по отверстию и торцу. Под действием гидравлической пластической массы диаметр посадочной втулки приспособления увеличивался на 3–5 % и закреплял заготовку [4].

При обработке применяли попутное зубофрезерование, когда червячная фреза вращается в направлении подачи заготовки. При этом толщина стружки в начале резания максимальная, а в конце минимальная. В этом случае обеспечиваются благоприятные условия резания, зубофрезерный станок менее нагружен и работает спокойно при съеме большого объема металла. Сила резания направлена вниз и прижимает заготовку к столу станка, обеспечивая надежное ее закрепление.

При встречном зубофрезеровании направление вращения фрезы противоположно направлению подачи заготовки, толщина стружки в начале резания минимальная. Режущие кромки фрезы скользят по поверхности, выделяется большое количество тепла, обрабатываемый металл уплотняется, и стойкость фрезы снижается.

При зубофрезеровании без СОЖ очень важно, чтобы независимо от режимов резания и геометрии зубчатого колеса червячной фрезы температура заготовки не превышала 50–80°С. Для обеспечения термического баланса зубофрезерного станка при проведении исследований мощным потоком воздуха (давление 0,4… 1,0 МПа) охлаждали зону резания и удаляли образующуюся стружку.

Проведенные испытания показали, что при обкатном зубофрезеровании без подачи СОЖ со скоростью резания 135 м/мин и осевой подачей червячной фрезы So = 1 мм/об температура отдельных заготовок составляла 95°С (**рис. 6**). При увеличении подачи до 2 мм/об и 3 мм/об максимальная температура заготовок снижа-

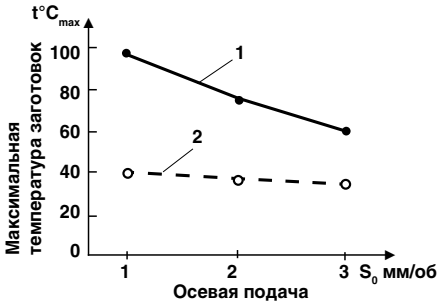


Рис. 6. Максимальная температура заготовок в зависимости от осевой подачи при зубофрезеровании: 1 — без подачи СОЖ; 2 — с подачей СОЖ

лась до 75°С и 60°С соответственно. Это объясняется тем, что при повышении подачи условия резания главной и вспомогательных режущих кромок зубьев фрезы улучшаются, и снижается их износ.

При обработке с СОЖ на тех же режимах резания максимальная температура заготовок во всем диапазоне подач оставалась приблизительно одинаковой и не превышала 40°С.

Для равномерного распределения износа по всей рабочей длине червячную фрезу периодически перемещают вдоль ее оси против направления вращения. Величина периодического перемещения определяется максимально допустимым износом зубьев фрезы и зависит от модуля обрабатываемого колеса и условий проведения обработки.

Формирование профиля зуба колеса **2** происходит на участке **А** в зоне линии зацепления **1** (**рис. 7**). Чтобы рационально использовать зубья по всей длине фрезы **3**, необходимо определить начальное и конечное положения фрезы при работе.

Минимальную длину фрезы на входной стороне начального положения определяют из уравнения

$$l1 = h'/tg\alpha + m_n\pi/2.$$

Минимальная длина фрезы на выходной стороне конечного положения $l2 = h'/tg\alpha$.

Общая длина осевого перемещения фрезы $b1 = b2 — (l1 + l2)$, где h' — высота головки зуба фрезы, α — угол профиля, $b2$ — длина режущей части фрезы, m_n — нормальный модуль.

При зубофрезеровании с СОЖ, как правило, применяют одноцикловой способ перемещения фрезы. После обработки одной или нескольких заготовок червячную фрезу **4** из начального положения **3** автоматически передвигают вдоль оси на величину Sa в направлении к конечному положению **2** и вводят в работу не изношенные или частично изношенные зубья фрезы (**рис. 8**). При достижении рабочей зоны конечного положения червячную фрезу снимают со станка. Недостатком одноциклового способа перемещения является высокая термическая нагрузка на зубья фрезы.

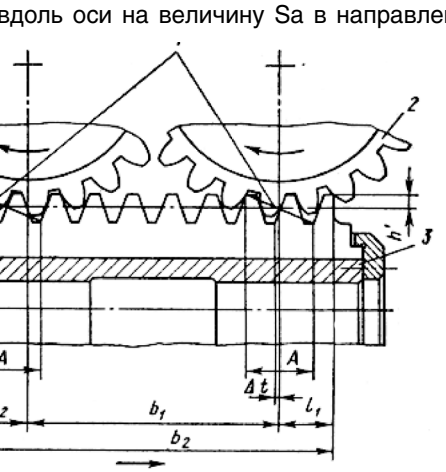


Рис. 7. Схема определения начальной и конечной установок червячной фрезы

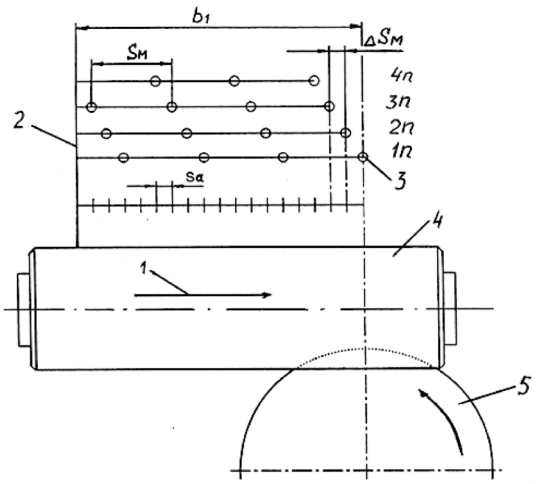


Рис. 8. Схемы одноциклового и многоциклового перемещения червячной фрезы

С целью снижения теплонапряженности процесса при зубофрезеровании без СОЖ применяли многоцикловой способ перемещения фрезы. После обработки одной заготовки производили передвижку на величину Sм значительно большую величины Sa, используемую при одноцикловом способе. В этом случае зубья фрезы имели незначительный износ и могли быть использованы еще несколько циклов. Периодическое перемещение фрезы **4** выполняли против направления вращения заготовки **5** по стрелке **1**. После достижения резания конца рабочей длины b1 в зоне **2** первый цикл 1n заканчивался, фреза возвращалась в начальное положение в зону **3** и со смещением ΔSм начинался второй цикл 2n. Число циклов перемещений фрезы зависит от режимов резания, качества и геометрии режущего инструмента, жесткости станка и других факторов и, как правило, составляет 4–5 и более.

Проведенные исследования показали, что при зубофрезеровании без СОЖ и многоцикловом способе перемещения (Sм = 4,2 мм) стойкость червячной фрезы при допустимом износе по задней поверхности зубьев $h_3 \le 0,7$ мм повысилась в 1,3–1,5 раза по сравнению с одноцикловым способом ($h_3 \le 0,9$ мм). Точность зубьев после фрезерования без СОЖ по колебанию межцентрового расстояния составляла за оборот колеса $F_i'' = 0,04–0,063$ мм и на одном зубе $f_i'' = 0,02–0,036$ мм.

Для бесперебойного удаления стружки при зубофрезеровании без подачи СОЖ необходима специальная конструкция станины станка [5]. Только крутые стенки рабочей зоны станка не гарантируют надежное удаление стружки. Поэтому, кроме потока сжатого воздуха через несколько форсунок, на станке устанавливают дополнительные, чаще всего шнековые транспортеры **2** и **3**, которые перемещают стружку **1** за пределы станка в магнитный транспортер (**рис. 9**).

В результате проведенных исследований удалось установить оптимальные скорости резания при зубофрезеровании червячными фрезами из порошковой быстро-

BURRI
WERKZEUGMASCHINEN

Наши достижения

BZ 130

Двухшпиндельный высокоскоростной зубошлифовальный станок с патентованной конфигурацией осей и интегрированной системой загрузки

PM 400 H

Станок с ЧПУ для профилирования хонинговальных кругов

Другие продукты:

Burri BZ 331/BZ 362

Зубошлифовальный станок на механической основе Reishauer RZ 362, RZ 361, RZ 301

Ø:	10 – 330 (360) mm
Модуль:	0,5 – 7 mm

Профилирующий станок с ЧПУ PM 550 T

профилирование шлифовальных кругов

Ø:	up to 550 mm
Модуль:	0,5 – 40 mm

Burri BZ 220

Зубошлифовальный станок на механической основе Reishauer RZ 300, NZA, OZA

Ø:	10 – 220 mm
Модуль:	0,5 – 4 mm

Зажимной инструмент

Высокоточные и эффективные зажимные приспособления

Наш сервис

– консалтинговые услуги по технологии зубошлифования
– изготовление и проектирование зажимных приспособлений

Качество

«Качество – это не случайность, а результат упорного мышления» (Джон Рескин)

Burri Werkzeugmaschinen GmbH & Co. KG
Im Wasen 9 | D-78667 Villingendorf
Tel: +49 (0)741 - 1748898- 0 | Fax: +49 (0)741 - 1748898- 22
E-Mail: info@burri.de | www.burri.de

Представительство в РФ:
R&A Engineering Ltd.
Tel: +7 916 607 87 29 | Fax: +7 499 245 56 83
E-Mail: info@raengineering.ru | www.raengineering.ru

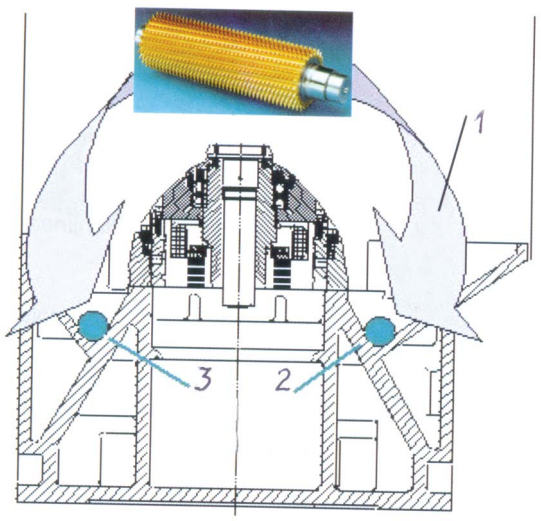


Рис. 9. Схема удаления стружки при обработке без подачи СОЖ

режущей стали с износостойким покрытием без подачи СОЖ в зависимости от прочности при растяжении и твердости по Бринеллю обрабатываемой заготовки зубчатого колеса (**табл. 1**).

Таблица 1.
Скорость резания при зубофрезеровании без подачи СОЖ

Предел прочности при растяжении Н/мм^2	600	700	800	900	1000	1100
Твердость по Бринеллю	174	203	232	261	290	320
Скорость резания м/мин	160	140	120	100	85	70

Рассмотренная в данной статье технология высокоскоростного зубофрезерования без подачи СОЖ предъявляет к конструкции станка особые требования. Поэтому многие производители зубофрезерных станков приступили к выпуску новых или модернизированных конструкций станков, способных производить обработку зубьев цилиндрических колес как с подачей СОЖ, так и без подачи СОЖ. Особого внимания заслуживают зубофрезерные станки фирмы «Liebherr» (Германия) модели LC 200–500 (**рис. 10**).

На основании спектра заготовок в промышленности, в котором подавляющее большинство имеют детали дисковой формы, конструкция станка имеет вертикальное расположение шпинделя заготовки. По сравнению с горизонтальным вертикальное расположение шпинделя обладает преимуществами при автоматизации загрузки/выгрузки станка и точности закрепления заготовки [5].

Конструкция станины станка является абсолютно симметричной, ее высокая жесткость оптимизирована с помощью метода конечных элементов. Циркуляция охлаждающей жидкости по замкнутому контуру по каналам в станине станка обеспечивает равномерное распределение тепловой энергии и температурную стабилизацию, что обеспечивает высокую и стабильную точность изготовления зубьев. Станок имеет частоту вращения фрезы B1 500–4500 об/мин и шпинделя заготовки C2 100–400 об/мин. Угол поворота фрезерной головки A1 +/- 45 позволяет фрезеровать косозубые цилиндрические колеса с различными углами наклона зубьев.

Вертикальное перемещение кронштейна контропоры Z4 обеспечивает обработку деталей типа вала длиной до 800 мм. Одноцикловое и многоцикловое перемещение червячной фрезы V1 возможно на расстояние 200–300 мм.

Заключение

При применении зубофрезерования без подачи смазочно-охлаждающей жидкости получают следующие положительные результаты:

1. Снижается цеховая себестоимость зубофрезерования одной заготовки на 15–20% за счет применения станков без установки для удаления масляного тумана и устройства для очистки и охлаждения СОЖ, а также отсутствия расходов на СОЖ и ее утилизацию.

2. Устраняется эмиссия хлора, тяжелых металлов и ароматических углеводородов при испарении СОЖ, что повышает экологическую безопасность окружающей среды.

3. Стабильно достигается 7–8 степень точности по ГОСТ 1643–81 и шероховатость поверхности зубьев Ra 1,6–3,2 мкм по ГОСТ 2789–73.

А.С. Калашников, д.т.н., профессор
Московского политехнического университета
alexandr_kalashkov45@rambler.ru

Литература

1. Полохин О.В., Тарапанов А.С., Харламов Г.А. Нарезание зубчатых профилей инструментами червячного типа: справочник. — М.: Машиностроение, 2007. 236 с.
2. Калашников А.С. Тенденции развития зубообработки. — М.: РИТМ, 2016. — № 3. — С. 14–18.
3. Агеев С.В., Гиршов В.Л. Горячее изостатическое прессование металлических порошков. — М.: ИТО, 2015. — № 8. — С. 28–30.
4. Калашников А.С. Технология высокопроизводительного зубофрезерования цилиндрических колес. — М.: РИТМ, 2013. — № 5. — С. 44–48.
5. J. Abler, K. Felten, C. Kobialka. Verzahntechnik. Informationen fur die Praxis. — 2003. Druckerei Diet, 87474 Buchenberg. — P. 220.

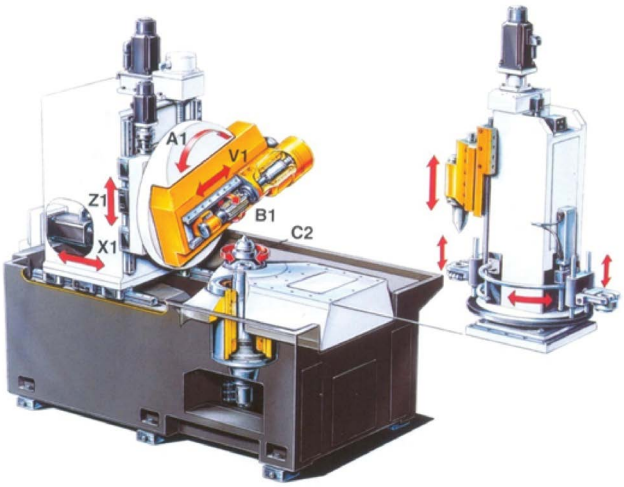


Рис. 10. Конструкция зубофрезерного станка: X1 — радиальное перемещение передней стойки; Z1 — вертикальное перемещение фрезерного шпинделя

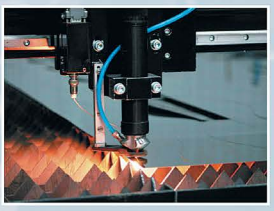
Рапид
научно-производственная компания

ООО НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ
"РАПИД"

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

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

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



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

ЦИФРОВОЙ ЗАВОД ВМЕСТЕ С DMG MORI В ЭПОХУ ИНДУСТРИИ 4.0

Компания DMG MORI укрепляет основу комплексной цифровизации с помощью новых решений на базе интерфейса CELOS®, эксклюзивных технологических циклов и решений powertools, а также с помощью приобретения стартапа, специализирующегося на цифровом производстве.

Тенденция по объединению в сеть оборудования, средств производства и инженерных систем на производстве для формирования цифровых производственных цепочек продолжает крепнуть. Одновременно с этим процессом в станкостроительной отрасли все чаще используются самые разные датчики и ПО. Именно поэтому компания DMG MORI высокими темпами продолжает разработку программных решений. Важнейшей задачей является создание добавленной стоимости для заказчиков на самых начальных этапах цифровизации с помощью специализированных программных решений. Помимо прочего, эту задачу решают 26 эксклюзивных технологических циклов DMG MORI, которые делают программирование быстрее и проще. Вторым примером являются решения DMG MORI Powertools для автоматического создания программ при разработке технологии. Параллельно компания DMG MORI активно развивает интерфейс CELOS® на базе приложений, постоянно добавляя новые специализированные приложения и пакетные программные решения.

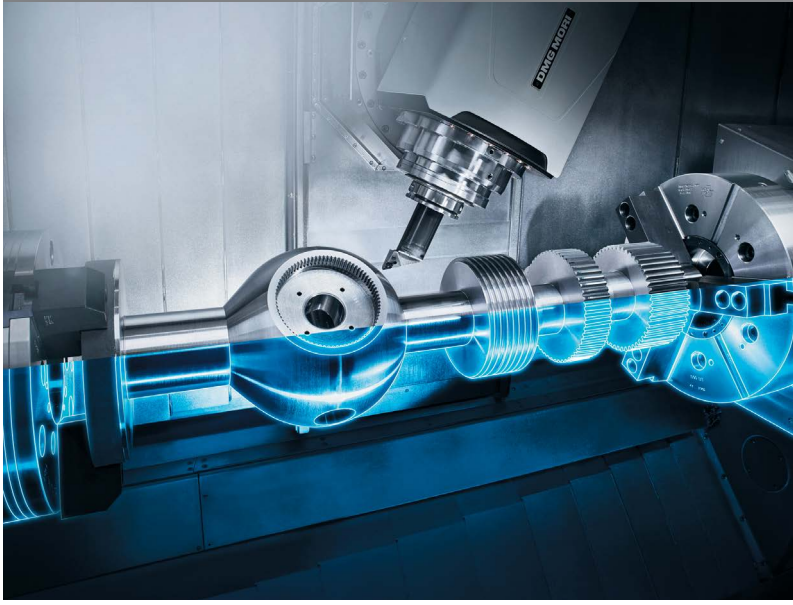
Благодаря технологическим циклам и решениям Powertools компании DMG MORI программирование становится на 60% быстрее

Эксклюзивные технологические циклы DMG MORI облегчают операторам программирование в цеху благодаря простому вводу параметров в диалоговой системе непосредственно в системе ЧПУ, а также благодаря инновационным решениям в области наладки, измерения, обработки и контроля. К новейшим разработкам относятся специальные циклы для внутреннего, наружного шлифования и шлифования поверхностей, мониторинг процесса обработки в режиме реального времени, что повышает безопасность и обеспечивает высокое качество обработки.

Заказчикам, которые заняты разработкой технологии, крайне полезными окажутся новые и, конечно, эксклюзивные решения Powertools от DMG MORI для автоматизированного программирования. Помимо этого, 24 эксперта DMG MORI поддерживают пользователя во внедрении и оптимизации таких систем автоматического программирования как SIEMENS NX, AUTODESK FeatureCAM и ESPRIT.

Новинка: Технологическая библиотека

При создании Технологической библиотеки ее создатели из компании DMG MORI руководствовались девизом: «Надежность производства, в основе которой лежит опыт конкретного заказчика!». Решение позволяет сохранять последовательности обработки отверстий



26 эксклюзивных технологических циклов DMG MORI облегчают операторам программирование в цеху благодаря простому вводу параметров в диалоговой форме непосредственно в системе ЧПУ

и технологии обработки и вызывать эти данные при необходимости нажатием кнопки. В результате параметры резания, подтвержденные заказчиком, автоматически присваиваются в новых программах.

Новинка: Адаптивный процесс

Контроль качества обработки благодаря новому модулю автоматизированной подготовки управляющих программ «Адаптивный процесс». В сочетании с измерительными датчиками и системой ЧПУ обеспечивает автоматическое выравнивание заготовок во время процесса из программы для обработки посадок без ошибок и записи результатов.

Новинка: CAM Агент

CAM Агент — это новый модуль автоматизированного программирования от компании DMG MORI. После изучения семейства деталей в САПР соответствующие УП создаются автоматически, сохраняя все ранее определенные последовательности и технологии. Программы автоматически совмещаются с имеющимся инструментом и технологиями даже при смене станка.

При разработке технологии крайне полезными окажутся новые и, конечно, эксклюзивные решения Powertools от DMG MORI для автоматизированного программирования и индивидуальная поддержка 24 высококвалифицированных экспертов компании DMG MORI

Решения Powertool — Виртуальный станок с новыми функциями

Виртуальный станок обеспечивает бесперебойную обработку и сокращает время наладки до минимума на практике. В уникальную систему для симуляции в режиме 1:1 добавлено множество новых функций. Среди прочего простое добавление зажимных приспособлений, нулевых точек и положений стола в программу для симуляции. Работа с инструментом и управляющими программами усовершенствована благодаря появлению специальных интерфейсов. Все это обеспечивает более эффективную многостаночную обработку и работу в режиме безлюдной технологии с максимальной надежностью.

Интерфейс CELOS® — основа и гарантия успешной цифровизации

Революционные изменения в области управления и работы станков с интерфейсом CELOS® компания DMG MORI проводит с 2013 года. С этого времени несколько тысяч высокотехнологичных станков с интерфейсом CELOS® были успешно введены в эксплуатацию, более 100 станков из линейки DMG MORI уже оснащены интерфейсом CELOS® и их количество постоянно растет. Таким образом, предприятия любого масштаба из самых разных отраслей промышленности могут контролировать, анализировать и оптимизировать процессы производства на станках с интерфейсом CELOS® с помощью имеющихся приложений. Процессы, проходящие в производственной среде, также могут управляться, контролироваться и быть организованы с помощью производственных решений CELOS®. И, наконец, благодаря стандартизированным интерфейсам связи станки с CELOS® на сегодняшний день на 100% совместимы с внутренней IT-инфраструктурой компании и производственными сетями будущего.

Согласно данной классификации, ассортимент цифровых продуктов и услуг компании DMG MORI рассчитан на три основных стадии автоматизации предприятия:

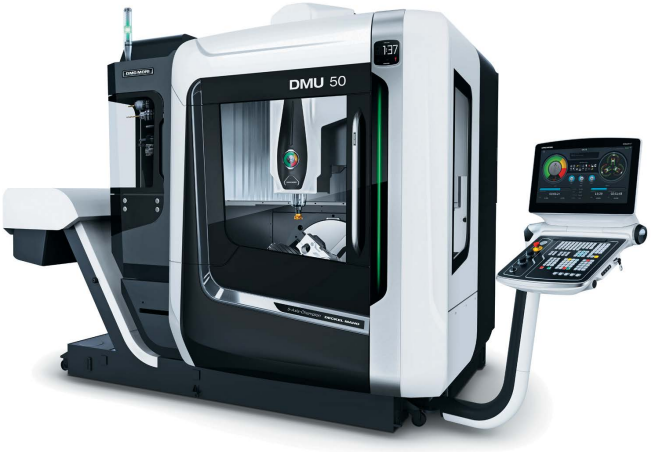
- Станок с CELOS® — «Больше, чем просто умный»
- Процесс производства с CELOS® — «Интеллектуальный процесс»
- Цифровой завод — «Превосходство в производстве»

При этом основным элементом стратегии развития программных продуктов DMG MORI станут решения с предварительно сконфигурированными приложениями CELOS®. Предлагаемые по разумной цене, включающей все виды обслуживания, они решат узко специализированные задачи по цифровизации, помогут ознакомиться с цифровизацией в общем смысле и облегчат заказчику переход к цифровому производству в дальнейшем. Отличным примером может служить новый производственный пакет CELOS® для определения и визуализации состояния и параметров станка. В пакет входят приложения CELOS® CONDITION ANALYZER для анализа сигналов о станке и процессе обработки и CELOS® PERFORMANCE MONITOR для максимальной прозрачности процесса производства и мониторинга производственных параметров.

DMG MORI углубляет профессиональную компетентность с помощью перспективной стартап-компании

Сосредоточившись на развитии внутренних компетенций как, например, CELOS® для станков и производства, компания DMG MORI также форсирует развитие цифровых инноваций для всей производственной цепочки, выходя за границы отдельно взятой отрасли производства. С этой целью была приобретена доля в стартап-компании ISTOS из Дюссельдорфа. Компания ISTOS будет разрабатывать перспективные проекты в области цифрового производства для компании DMG MORI, ее потенциальных заказчиков, партнеров и поставщиков. В сотрудничестве с подразделением DMG MORI Software Solutions GmbH компания ISTOS также будет поддерживать заказчиков DMG MORI с помощью решений по цифровизации производства. Более того, демонстрация первых специализированных продуктов и подходов к решениям ожидается уже на выставке EMO.

Предприятия любого масштаба из самых разных отраслей промышленности могут контролировать, анализировать и оптимизировать процессы производства на станках и в производственной среде благодаря интерфейсу CELOS® компании DMG MORI. Также благодаря стандартизированным интерфейсам связи станки с CELOS® на сегодняшний день на 100% совместимы со внутренней IT-инфраструктурой компании и производственными сетями будущего



Во всем мире успешно введены в эксплуатацию несколько тысяч высокотехнологичных станков с интерфейсом CELOS®. В линейке DMG MORI более 100 станков уже оснащены интерфейсом CELOS® и среди них новый универсальный фрезерный обрабатывающий центр DMU 50

ПЛАЗМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АВТОСЕРВИСЕ

С ЦЕЛЬЮ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВЫСОКОНАДЕЖНЫХ И КОНКУРЕНТОСПОСОБНЫХ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ ВО ВСЕМ МИРЕ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ ПРОЦЕССЫ НАНЕСЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ. ОСОБЕННО ЧАСТО ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ ПОКРЫТИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ПРИМЕНЯЮТСЯ ДЛЯ МАЛОСЕРИЙНОГО КЛАССА СПОРТИВНЫХ И ГОНОЧНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ.

Рассмотрим методологию выбора и использования тонкопленочных покрытий для повышения ресурса и надежности поршневых колец, которые относятся к деталям цилиндропоршневой группы и применяются в автомобильных, мотоциклетных, мотороллерных, мопедных двигателях, а также тракторных, комбайновых, тепловозных и судовых дизелях, компрессорах, дизельных молотах и других устройствах.

НАЗНАЧЕНИЕ ПОРШНЕВЫХ КОЛЕЦ

- уплотнение камеры сгорания с целью исключения утечки отработанных газов;
- равномерное распределение масляной пленки по стенкам цилиндра, отвод излишков масла и препятствие проникновения масла из картера двигателя в камеру сгорания;
- отвод значительной части воспринимаемой поршнем теплоты в стенки цилиндра и систему охлаждения.

Поршневые кольца (компрессионные и маслосъемные) определяют развиваемую мощность устройства, его пусковые свойства, удельный расход топлива и масла. Их износ, а также износ посадочных канавок под них в поршне вызывает усиленную утечку газов и, как следствие, повышение температуры поршня, стенок цилиндра, находящегося на них масла, сдувание с поверхностей цилиндра масляной пленки, повышенный расход масла, снижение компрессии, увеличенный расход топлива, шума и вибрации [1–5].

Условия работы поршневых колец и канавок под них в поршне

Уплотняющее действие компрессионных поршневых колец обеспечивается прижатием их к цилиндру (силой собственной упругости колец и силой давления газов) и к стенкам поршневых канавок (силой давления газов, проникающих через зазоры). Верхнее компрессионное кольцо имеет наибольший износ, так как прижимается с наибольшей силой к цилиндру, находится в зоне более высоких температур и худших условиях смазки. При обратном движении поршня изменяются усилия прижатия поршневых колец к цилиндру, и осуществляется радиальное перемещение колец. Помимо радиальных и осевых движений, кольца могут вращаться относительно оси поршня. Постоянное изменение положения и нагрузок на кольца ведет к износу как самого кольца, так и поверхностей канавок поршня, при этом плотность посадки кольца в канавке нарушается, часть газов вытекает, и уплотняющее действие кольца падает. Происходит прорыв газов, перегрев кольца и канавки поршня. Рост температур поверхностей канавки создает условия для коксования масла в нем, приводящее к заклиниванию кольца и полной потере его уплотняющих свойств. Кроме этого, поверхности колец находятся в коррозионной среде, образуемой при сгорании топливо-воздушной смеси в цилиндрах двигателя, элементный состав которой зависит от компонентов, входящих в состав топлива. При сгорании рабочей смеси образуется углекислый газ, окись углерода, кислород, водяной пар, сернистые и другие соединения. Газы окисляют поверхности колец, образуя с элементами металла химические соединения. При понижении температуры стенок цилиндра ниже точки росы продуктов сгорания на поверхностях колец конденсируются пары, образующие с газами кислоты, например, угольную и серную. Образованию серной кислоты содействует также повышенное содержание сернистых соединений в горючем и в загрязненном атмосферном воздухе. Для защиты от коррозии цилиндра и поршневых колец, изготавливаемых из чугуна, применяются щелочные нейтрализующие присадки, представляющие собой металлоорганические соединения. Одновременно они снижают накопление в масле кислот, вызывающих коррозию деталей, выполненных из сплавов цветных металлов (например, поршней).

Основные физические явления при работе поршневых колец

- трение радиальной поверхности кольца по зеркалу цилиндра в условиях граничной смазки при циклических нагрузках и повышенных температурах;
- ударные нагрузки торцовых поверхностей колец о стенки канавки поршня;
- воздействие высокотемпературного газового потока на верхнюю торцовую поверхность кольца и поверхности канавок поршня;
- радиальное, осевое и вращательное движение кольца в поршневой канавке;
- коррозионное воздействие химическими соединениями, образуемыми при сгорании топливно-воздушной смеси.

Виды износа колец и канавок под них в поршне на основании молекулярно-механической теории изнашивания [6]

- износ за счет трения скольжения металл по металлу (радиальной поверхности кольца);
- эрозионный износ газовым потоком (торцовой поверхности кольца и поверхностей канавок);
- ударно-абразивный износ в условиях повышенных температур (торцовой поверхности кольца и двух поверхностей канавок);
- усталостный износ в условиях циклических нагрузок (всех поверхностей);
- микроабразивный износ пылевидными частицами и продуктами износа (всех поверхностей);
- окислительный износ агрессивной газовой средой продуктов сгорания (всех поверхностей).

СУЩЕСТВУЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОРШНЕВЫХ КОЛЕЦ И ПОРШНЕЙ

Поршневые кольца изготавливаются, в основном, из специальных серых чугунов с пластинчатым графитом или высокопрочных чугунов с шаровидным графитом, поршни — из алюминиевых сплавов или специального

чугуна. Технология изготовления поршневых колец — литье заготовки, механическая обработка, шлифовка. Поршни из алюминиевых сплавов изготавливают литьем или изотермической штамповкой с последующей механической, термической обработкой и шлифовкой.

Для повышения ресурса на рабочие поверхности поршневых колец мировые производители наносят различные покрытия [7–13]:

- гальванические (хромирование, оловянирование, фосфатирование, хромо-керамические (Cr-Al_2O_3, SiC) — CKS-36, SCKS-36, хромо-алмазные — GDC-50 и др.);
- газотермические (молибденовые, феррооксидные, на никелевой и железной основах и др.);
- осаждаемые из газовой фазы PVD и CVD покрытия (TiN, CrN, DLC и др.).

Наибольшее количество поршневых колец выпускается с покрытием хромом толщиной 60–300 мкм.

Повышение износостойкости канавок поршней достигается:

- хромированием (чугунных поршней);
- за счет специальных вставок, например, залитых в алюминиевый поршень из чугуна с высоким содержанием никеля;
- закалкой ТВЧ;
- плазменной наплавкой;
- лазерной закалкой (чугунных поршней).

Концепция выбора технологии и материала покрытия для поршневых колец

Выбор материала покрытия основывается на видах износа конкретных поверхностей поршневого кольца и канавки под них в поршне и определяется следующими характеристиками покрытия:

- толщина;
- адгезия к материалу подложки;
- адгезия смазывающего материала (масла);
- физико-механические свойства (твердость, модуль упругости, упругое восстановление);
- трибологические характеристики (коэффициент трения, температура в зоне трения, длительность приработки, параметры износа);
- износостойкость в условиях микроабразивного износа;
- шероховатость поверхности;
- остаточные напряжения;
- стойкость к воздействию химических соединений;
- диэлектрические характеристики.

Основная концепция выбора технологии упрочнения поршневых колец и канавок под них в поршне основывалась на следующих принципах:

— упрочняющая технология должна быть финишной операцией, исключающей любую окончательную абразивную (доводочную) обработку (в большинстве случаев все известные технологии упрочнения требуют доводки рабочих поверхностей со всеми негативными последствиями по растягивающим напряжениям на поверхности и низким усталостным характеристикам);

— упрочняющая технология должна главным образом минимизировать приработочный износ (в большинстве случаев все известные технологии упрочнения не акцентируют внимание на его уменьшении);

— при выполнении первого требования на рабочих поверхностях должны формироваться покрытия с повышенными адгезионными характеристиками, относящиеся к неметаллическим материалам, толщиной до 3–5 мкм, повышенной нанотвердостью (например, до 10 раз по отношению к материалу подложки) и модулем упругости близким к модулю упругости подложки;

— выбор материала покрытия должен основываться на значениях коэффициента трения (для пары трения покрытие-чугун в условиях граничной смазки) не более 0,03.

В соответствии с этой концепцией и с целью максимального повышения износостойкости поршневых колец и канавок под них в поршне, и соответственно, уменьшения расхода топлива и масла, снижения выброса токсичных веществ с выхлопными газами, уменьшения шума, достижения максимально возможной мощности и долговечности двигателя и других технических средств предлагается использовать технологию финишного плазменного упрочнения (ФПУ). Она осуществляется нанесением на радиальную поверхность поршневых колец алмазоподобного покрытия DLSPateks (a-C: H-SiOCN), а на торцовые поверхности и поверхности канавок в поршне покрытия SuperPateks (B-SiOCN) [14–17]. Данные покрытия являются мультислойными с толщиной монослоев 5–50 нм. Для нанесения, например, антифрикционных покрытий с низким коэффициентом трения используется до 250 монослоев, которые могут иметь как одинаковый, так и разный элементный состав.

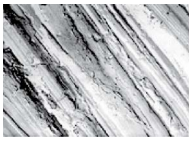
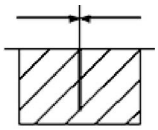
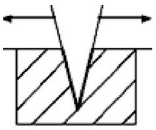
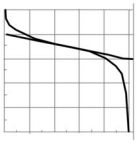
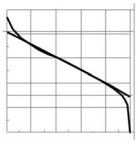
Технологический процесс ФПУ обладает особенностями, связанными с созданием на рабочих поверхностях поршневых колец и канавок под них покрытия с минимальным коэффициентом трения, повышенной микротвердостью, химической инертностью, высокой жаростойкостью, диэлектрическими характеристиками. Процесс ФПУ основан на разложении паров жидких химических соединений, вводимых в плазму дугового разряда, и образовании атомарного и молекулярного потока частиц

ЛУЧШИЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРОЧНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ!

- Разработка технологий, изготовление и поставка оборудования, материалов применительно к процессам упрочнения, нанесения покрытий и ремонта.
- Услуги по наплавке, напылению, упрочнению и модификации.
- Выполнение НИР и ОКР по выбору и разработке упрочняющих технологий и оптимальных покрытий, аттестация покрытий.
- Маркетинговые и информационные услуги, инженерный консалтинг.
- Проведение конференций, школ-семинаров.

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА ПЛАЗМАЦЕНТР

г. Санкт-Петербург, Малоохтинский пр., д. 68
Бизнес центр "Буревестник", оф. 103
Тел.: (812) 444-93-37, факс: (812) 444-93-36
office@plasmacentre.ru, www.plasmacentre.ru

Свойство поверхности	После ФПУ с нанесенным покрытием DLSPateks		После электрохимического хромирования	
Морфология поверхности при одинаковой исходной шероховатости R_a = 0,32 мкм (увеличение х5000)		Данная морфология поверхности уменьшает время приработки и обеспечивает более надежное уплотнение		Данная морфология поверхности увеличивает время приработки
Профилограмма поверхности		Параметры R_a, R_{max}, S_m уменьшаются, что характеризует снижение приработочного износа и улучшение теплоотвода		Параметры R_a, R_{max}, S_m увеличиваются, что характеризует повышение приработочного износа
Микротвердость (нанотвердость)	16-24 ГПа		8-10 ГПа	
Коэффициент трения в условиях смазки	0,02-0,03		0,07	
Модуль упругости	100-150 ГПа характеризует повышенную адгезию покрытия к подложке за счет близости значений модулей упругости (у серого чугуна — 110 ГПа)		300 ГПа	
Остаточные напряжения		На поверхности формируются сжимающие напряжения, способствующие схлопыванию (залечиванию) микротрещин и микродефектов		На поверхности формируются растягивающие напряжения, способствующие раскрытию микротрещин и микродефектов и их интенсивному выкрашиванию
Кривая опорной поверхности, характеризующая интенсивность удельных давлений на фактическую площадь контакта		Кривая становится более пологой, что характеризует большую контактную поверхность в условиях трибосопряжения		Кривая становится более крутой, что характеризует меньшую контактную поверхность в условиях трибосопряжения
Угол смачивания характеризует адгезию смазки к поверхности		Низкий угол смачивания обеспечивает повышенную адгезию масла к покрытию и более равномерное распределение масляной пленки		Высокий угол смачивания характеризует пониженную адгезию масла к покрытию
Износ за счет наводораживания поверхности, приводящий к повышенному охрупчиванию и снижению усталостной прочности	Не возможен в виду использования электрофизического процесса нанесения покрытия		Возможен	
Износ за счет электрохимических процессов и возникновения местных гальванических пар, которые усиливают коррозию	Не возможен в виду нанесения неэлектропроводного, диэлектрического покрытия		Возможен	

в плазмоструйном реакторе. После ФПУ параметры шероховатости не изменяются. Нагрев изделий не превышает 150°С.

Сравнительные характеристики поверхностей после ФПУ с нанесением износостойкого антифрикционного покрытия и электрохимического хромирования приведены в **таблице**.

Следует отметить, что формирование пористого хрома (в отличие от твердого хрома) сопровождается еще большим насыщением поверхности водородом, способствующим водородному износу и снижению усталостной прочности поршневых колец.

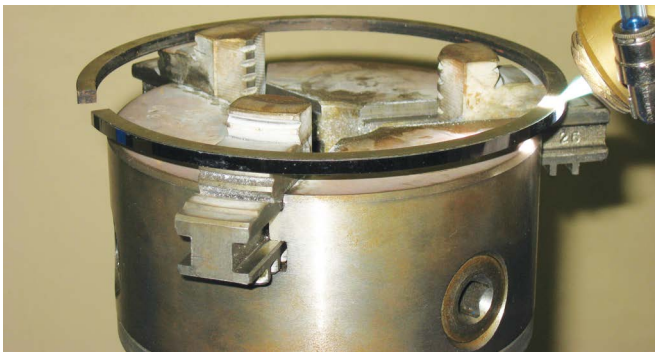


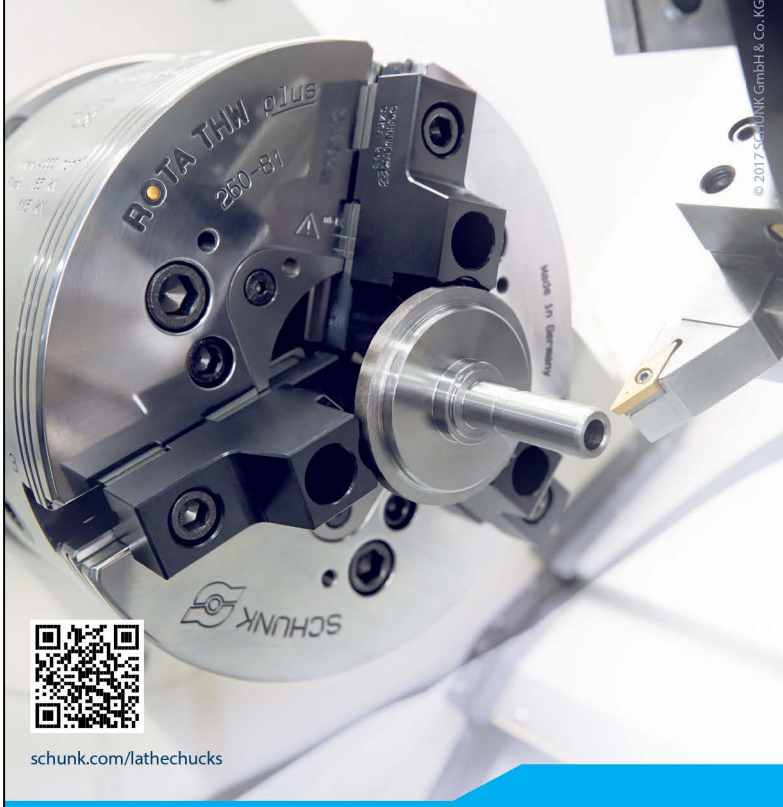
Рис. 1. Процесс нанесения антифрикционного покрытия методом ФПУ на поршневое кольцо

Результаты опытных испытаний поршневых колец с покрытиями, нанесенными методом ФПУ (**рис. 1**), показывают увеличение моторесурса двигателей, снижение расхода моторного масла и топлива, уменьшение длительности приработки и снижение шума двигателей. Особенно эффективно использование данных покрытий для упрочнения поршневых колец и канавок под них в поршне для спортивных и гоночных автомобилей и мотоциклов.

Павел Абрамович Тополянский
ООО «Научно-производственная фирма «Плазмацентр»
www.plasmacentre.ru

Литература

1. Энглиш К. Поршневые кольца. Т. 1, 2. — М.: Машгиз, 1962–1963. — Т. 1–583 с., Т 2–368 с.
2. Устинов А. Н. Исследование поршневых колец дизелей. — Саратов: Изд-во Саратовского университета, 1974. — 128 с.
3. Гинцбург Б. Я. Теория поршневого кольца. М.: Машиностроение, 1979. — 271 с.
4. Возницкий И. В. Повреждения и поломки дизелей. Примеры и анализ причин. СПб.: Моркнига, 2006. — 116 с.
5. ISO 6621–1:2007. Internal combustion engines — piston rings.
6. Andersson P., Tamminen J., Sandström C.-E. Piston ring tribology. — 2002. — 105 p.
7. Zhuo S., Peijun Z., Leheng Z., Xinfu X., Aimin H. and Wenquan Z. Multi-layer compound coating on cast iron piston ring by multi-arc and magnetron sputtering ion compound plating technique. Surface and Coatings Technology, 131 (2000)1–3. P. 422–427.
8. Dynamic behaviours of piston rings and their practical impact. Part 2: Oil transport, friction and wear of ring/liner interface and effects of piston and dynamics. Proc Instn Mech Engrs. — Vol 216. — Part J, Engineering Tribology, 2002. — P. 229–247.
9. Shuster M., Combs D., Karrip K. and Burke D. Piston ring cylinder liner scuffing phenomenon studies using acoustic emission technique. Society of Automotive Engineers, Inc., 2000, SAE Paper 2000–01–1782. — 13 p.
10. Seki T., Nakayama K., Yamada T., Yoshida A. and Takiguchi M. A study on variation in oil film thickness of a piston ring package: variation of oil film thickness in piston sliding direction. — JSAE Review, 21 (2000), 3. P. 315–320.
11. Radil K. The influence of honing on the wear of ceramic coated piston rings and cylinder liners. Lubrication Engineering, 57 (2001)7. P. 10–14.
12. Schmitt E., Lange E. Pistons and engine testing. 2012. MAHLE GmbH, Stuttgart. — 282 p.
13. Takahara K., Akari K., Kawaguchi H., Tamagaki H. Current and Future PVD systems and Coating Technologies. Kobelco technology review. № 26, Dec. 2005. — P. 81–85 (http://www.kobelco.co.jp/english/ktr/pdf/ktr_26/081–085.pdf).
14. Соснин Н. А., Ермаков С. А., Тополянский П. А. Плазменные технологии. Руководство для инженеров. — СПб.: Изд-во Политехнического ун-та. 2013. — 406 с.
15. Тополянский А. П., Мяконьков М. Б., Сабуров С. А. Исследование триботехнических свойств покрытий для поршневых колец, работающих в паре с чугунной втулкой. Ресурсосберегающие технологии ремонта, восстановления и упрочнения машин, механизмов, оборудования, инструмента и технологической оснастки от нано- до макроуровня. Материалы 11-й Международной научно-практической конференции — СПб.: Изд. СПбГПУ, 2009. Ч. 2. — С. 308–311.
16. Мяконьков М. Б., Хмелевская В. Б. Сравнительные исследования способов нанесения покрытий на поршневые кольца для уменьшения их износа//Металлообработка. — 2010. — № 3. — С. 36–40.
17. Мяконьков М. Б. Совершенствование технологии нанесения износостойких покрытий на поршневые кольца судовых дизелей с учетом их вибрационного и напряженно-деформированного состояния: дис… к. т. н. — СПб.: СПбГУВК, 2012. — 135 с.



schunk.com/lathechucks

SCHUNK®
Superior Clamping and Gripping

Проверено более 50,000 раз по всему миру

Широкая линейка инновационных зажимных решений от одного производителя — для достижения максимальной точности и эффективности в процессе производства.

Высокие технологии от семейной компании

Смена кулачков за 60 секунд.

ROTA THW plus
Механизированные патроны

Легендарный немецкий вратарь, бренд-амбассадор SCHUNK с 2012 года, символ надежного, точного захвата и удержания.
schunk.com/Lehmann

ПОДГОТОВКА ЧЕРТЕЖЕЙ В ВЕКТОРНОМ ФОРМАТЕ

ПРИ ИМПОРТИРОВАНИИ ЧЕРТЕЖЕЙ ИЗ CAD В CAM СИСТЕМУ ИЛИ ПРИ ВЕКТОРИЗАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЯ МОГУТ ВОЗНИКНУТЬ КОЛЛИЗИИ И ОШИБКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ. РАССМОТРИМ НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫЕ, ПРИВОДЯЩИЕ К БРАКУ ПРИ ПЛАЗМЕННОЙ, ЛАЗЕРНОЙ РЕЗКЕ ФРЕЗЕРНОМ РАСКРОЕ.

Во многих областях промышленности, где используются станки с ЧПУ, стоит задача конвертирования исходных данных (чертежей, эскизов, рисунков) в векторный формат, что позволяет запрограммировать траекторию движения инструмента. В целом программное обеспечение для перевода точечного изображения в векторный формат, представленное как самостоятельными программами для обработки изображений, так и встроенными в крупные графические редакторы, достаточно совершенно и удовлетворяет требованиям своих предметных областей. Однако у всех программных продуктов возникают однотипные коллизии при конвертировании изображений. Рассмотрим частные примеры из металлообрабатывающей области.

Незамкнутый контур

Незамкнутый контур бывает двух видов.

1. Прерванная линия (**рис. 1, 2**).

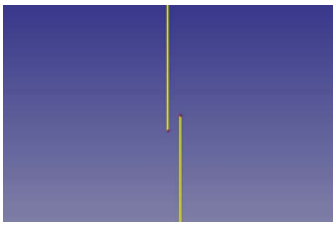


Рис. 1. Представление одной прямой как двух параллельных не пересекающихся линий

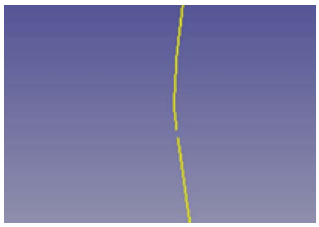


Рис. 2. Отсутствие сегмента дуги или скругления

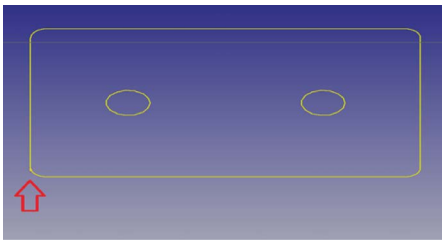


Рис. 3. Локализованная коллизия

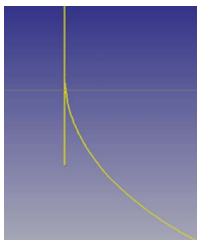


Рис. 4. Увеличение данного фрагмента

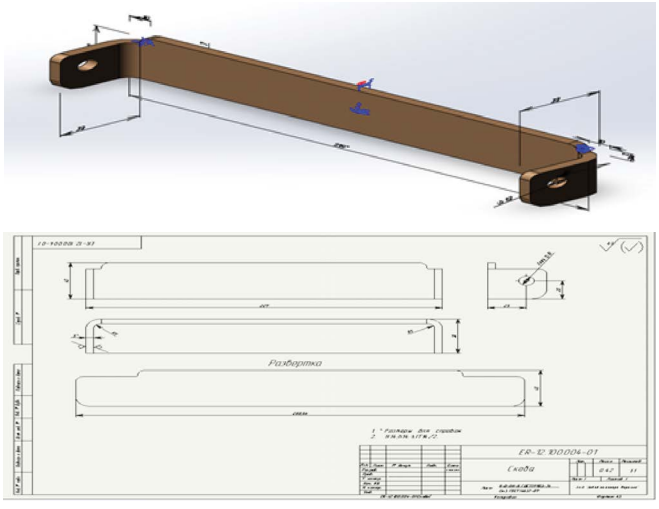


Рис. 5. Исходная деталь в CAD-системе

Если контур не замкнут, часто программа просто блокирует данную деталь для раскладки и резки.

2. «Лишняя линия» (**рис. 3, 4**).

Как отчетливо видно из рисунков, программа не отсекает вектор, а продолжает, чем порождает ошибку. Обычно, когда программа локализует «лишний» вектор, деталь, на которой он был обнаружен, заблокирована для раскладки и резки. Как вариант, программа может учитывать вектор при построении траектории, что неминуемо приведет к получению брака.

Эти коллизии легко исправить, дорисовав нужную перемычку или перерисовать элемент полностью.

Конвертация векторного элемента в сплайн

Еще одна распространенная коллизия, когда целый отрезок или окружность переводится не в вектор, а в набор точек или отрезков — сплайны (**рис. 5–7**).

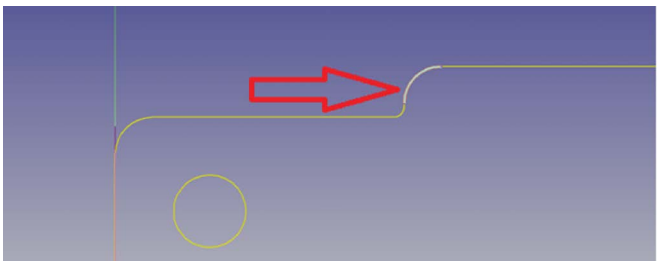


Рис. 6. Корректный перевод дуги в вектор

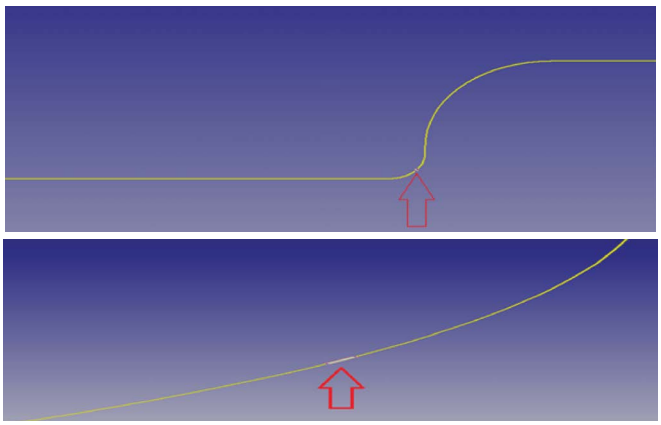


Рис. 7. Некорретный перевод. Явно видно, что выделяется не вся дуга полностью, а очень маленький отрезок, видимый лишь при сильном увеличении — сплайн

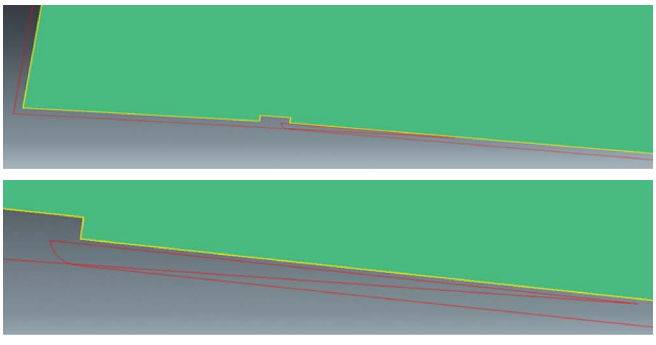


Рис. 8. Ошибочно построенная траектория

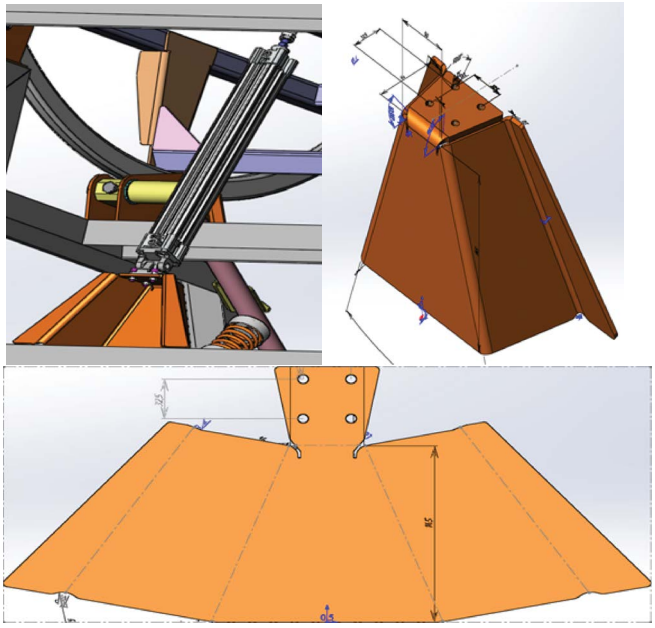


Рис. 9. Деталь и ее развертка

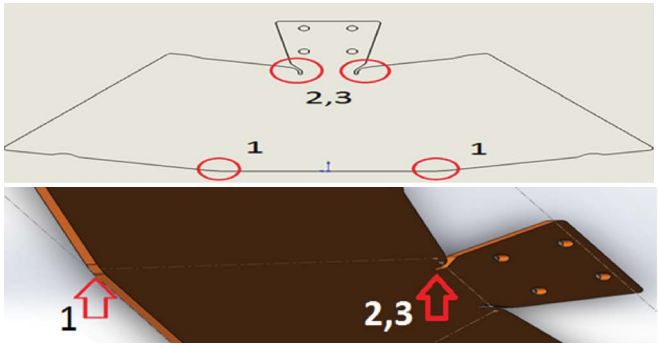


Рис. 10. Зоны детали, которые показали коллизии обработки на этапе формирования эквидистанты

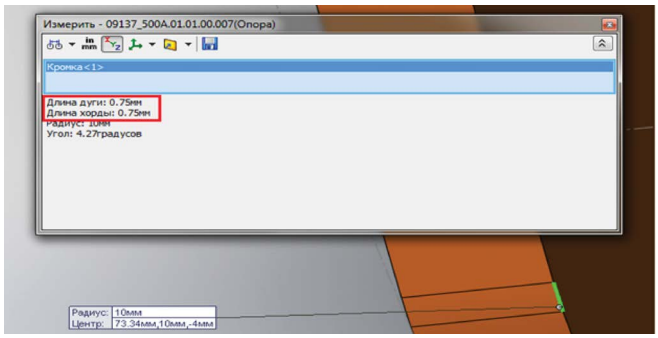


Рис. 11. Замер дуги 1 развертки

Если оставить элемент, составленный из сплайнов, с большой вероятностью станок начнет обрабатывать каждый сплайн отдельно, часто размер сплайна гораздо меньше минимального диаметра отверстия прожига, что в случае тепловой резки ведет к неминуемому браку заготовки. Исправить эту ошибку довольно легко, элемент из сплайнов необходимо удалить и нарисовать новый векторный элемент с требуемыми параметрами.

Следующий вид ошибок обнаруживается по анимации эквидистанты (рис. 8–13).

После анализа снимков развертки и полученной траектории, становится ясно, что это следствие «близкого» расположения параллельных элементов (менее 3 мм) или присутствия «короткой» (менее 2 мм) дуги.

Если программное обеспечение не обладает способностью явно просигнализировать о появлении сплайнов,

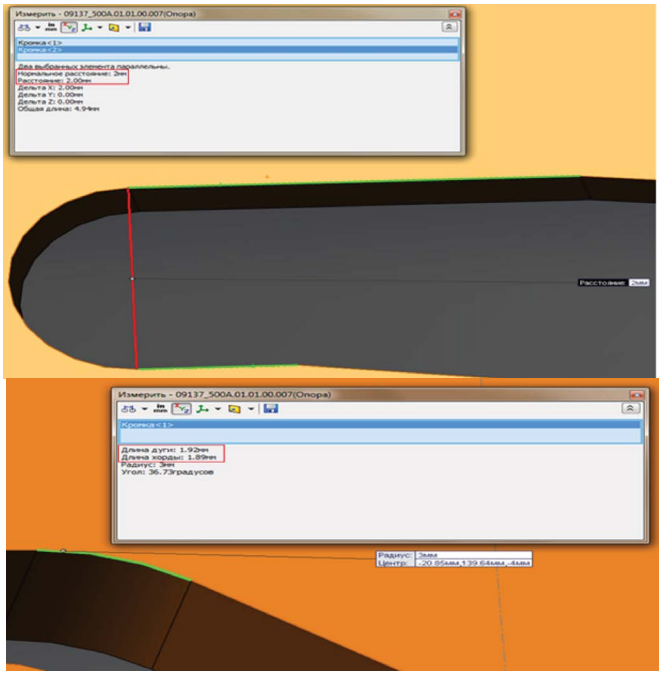


Рис. 12. Замер зон 2 и 3 развертки

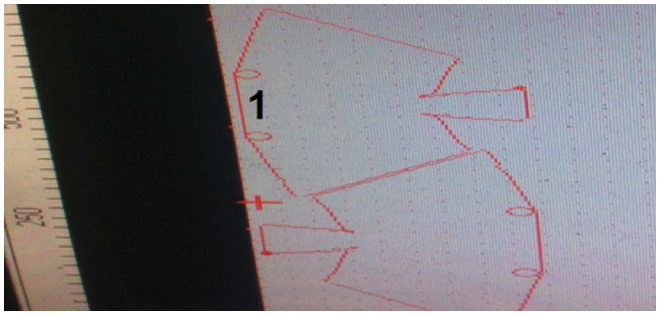


Рис. 13. Снимок консоли станка с аномалией траектории инструмента в зоне 1

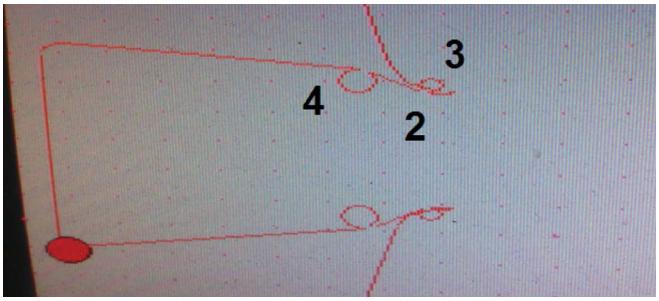


Рис. 14. Снимок консоли станка с аномалией траектории инструмента в зоне 2, 3 и ранее не обнаруженная аномалия в зоне 4

можно косвенно заметить, что при изменении масштаба и размещении деталей компьютер начнет заметно тормозить — выполнять действия с задержкой. Это свидетельствует о том, что программа просчитывает большие объемы данных (массивы сплайновых точек), что и замедляет ее работу в целом.

Таким образом, из вышеописанных примеров следует, что наиболее часто к браку приводят следующие факторы:

1. Перевод дуги в сплайны, и на эти элементы стоит обращать первоочередное внимание.

2. Мелкие элементы могут быть конвертированы корректно, но эквидистанта инструмента демонстрирует коллизии траектории.

Денис Каменев

ОБОРУДОВАНИЕ, КОТОРОЕ САМО СЕБЯ ДИАГНОСТИРУЕТ, НАКАПЛИВАЕТ СТАТИСТИКУ ОТКАЗОВ И ВЫСТРАИВАЕТ ГРАФИКИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ, УЖЕ ПОЯВИЛОСЬ. НО ЕЩЕ ДОЛГО И ДЛЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ, И ДЛЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ОБОРУДОВАНИЯ БУДЕТ АКТУАЛЬНА ТЕМА СЕРВИСА. ЧЕГО СЕГОДНЯ ХОЧЕТ ПОТРЕБИТЕЛЬ, ЧТО МОЖЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ — ОБ ЭТОМ ГЛАВНАЯ ТЕМА НОМЕРА.

ПОХВАЛЬНОЕ СЛОВО СЕРВИСУ

Генри Форд утверждал, что задачи фирмы определяются не производителями, а потребителями. Именно потребитель определяет, какие товары или услуги должна предоставить фирма.

Сервис — это некая производная от самого факта существования техники. И как не существует perpetuum mobile, так не существует и безотказной техники. Речь может идти только о том, чтобы теми или иными способами отказы предотвратить, а когда оборудование выработало свой срок, восстановить его работоспособность. Самообслуживание становится менее популярным. Модульный принцип построения современного высокотехнологичного оборудования и программное обеспечение в качестве диагностического средства оставляют все меньше места золотым рукам, делая более востребованными светлые головы. Это понятно: оборудование должно быть возвращено в рабочее состояние не только качественно, но и быстро.

Прежде чем ответить на вопрос, как строятся отношения продавца и покупателя после того, как оборудование куплено, иногда все-таки стоит ответить и на другой вопрос: а надо ли в принципе покупать новое или лучше восстановить имеющееся. К восстановлению оборудования отношение разное. Некоторыми зарубежными компаниями модернизация устаревшего оборудования принципиально отвергается. К тому же в зарубежной практике власти налоговыми льготами поощряют компании, инвестирующие в новое оборудование. Компаниям выгоднее продать оборудование, успевшее себя окупить, специализированным фирмам и снова купить новое оборудование, получив налоговые льготы. У российских предприятий большие трудности со средствами на перевооружение, и модернизация — иногда единственный выход из положения, поэтому трудности одних позволяют держаться на плаву другим. Именно модернизация некоторым отечественным станкостроительным заводам приносит сегодня существенную часть дохода. (Затрагивая в силу отечественных реалий тему модернизации оборудования, мы отдаем себе отчет в том, что к понятию сервиса она не относится.)

В серьезных компаниях в той или иной интерпретации бытует максима: «Первую единицу оборудования клиенту продает производитель, остальные продажи делает сервис». На конкурентном рынке качественный сервис оборудования — это вопрос экономического выживания производителя. Потребитель при прочих равных условиях отдаст предпочтение тому поставщику, который сможет предложить больше постпродажной заботы. Бесперебойно работающее оборудование — залог стабильного производства, и неудовлетворительное качество сервисной поддержки может побудить потребителя уйти к конкуренту. Отказ от сервиса — это сегодня экзотика, потому что разумный покупатель ориентируется не на цену оборудования на момент покупки, а на уровень эксплуатационных затрат или увеличение продолжительности жизненного цикла изделия. Правда, ориентация на эксплуатационные расходы может привести и к абсолютно противоположным действиям. Вот реальная ситуация. Российский покупатель под впечатлением низкой цены обдумывает покупку китайского станка. Его в принципе не интересует гарантия и прочие атрибуты взаимодействия с серьезным производителем на почве сервиса: «Этот станок на порядок дешевле европейского,— делится со мной топ-менеджер большого отечественного предприятия.— За такую цену я готов через два года этот станок просто выбросить и купить новый».

ДО И ПОСЛЕ

Весьма приблизительно можно выделить такие виды сервисной поддержки: гарантийное обслуживание; постгарантийный сервис; аутсорсинг. Взаимоотношения поставщика и покупателя, конечно, содержат различные нюансы, но в самых общих чертах это консультации в процессе переговоров, доставка и монтаж техники, обучение персонала, решение проблем, связанных с эксплуатацией оборудования в гарантийный и постгарантийный период. Условия гарантийного обслуживания прописываются в договорах поставки. Поставщики отмечают, что покупателей уже не удовлетворяет годовая гарантия, они все чаще настаивают на продлении этого срока до 18, 24 и 36 месяцев. Поставщик, в свою очередь, стремится как можно более подробно прописать ответственность покупателя за неквалифицированную эксплуатацию изделия. Но и на этом этапе невозможно всё предусмотреть. Представитель зарубежной компании рассказывал, что выехав к заказчику ремонтировать переставшее работать оборудование, обнаружил, что оно исправно, но забито грязью, металлической пылью и пр.

У нас нет достоверной статистики о том, как разрешаются противоречия в ситуации отказа техники в гарантийный период, прописанный в договоре на поставку. Однако многократно приходилось слышать от сервисных инженеров, что чаще всего отказ происходит не из-за заводских дефектов, а из-за неправильной эксплуатации. Но имеют ли смысл препирательства поставщика и потребителя, если стоимость гарантийного сервиса все равно уже заложена в себестоимость продукции?

Оперативность сервисной поддержки зарубежного оборудования зависит от наличия локальных представительств и складов запчастей. Для потребителя российского оборудования эти факторы не на первом месте. Есть более сложные и сугубо отечественные трудности,

например, ставшие притчей во языцех сложности на таможне при ввозе запчастей, не производящихся в стране.

По окончании гарантийного срока руки у потребителя развязаны. Теоретически можно найти что-то подешевле, но и в этой ситуации все меньше желающих пройти мимо сервисной службы поставщика или его официального сервис-партнера с ремонтом своей дорогостоящей высокотехнологичной, начиненной электроникой техникой. Отметим, что зарубежные компании сертифицируют своих партнеров и отслеживают качество осуществляемого сервиса.

Постгарантийное обслуживание — психологически сложный для потребителя момент, потому что современное качество оборудования сводит к минимуму вероятность поломки. Тем не менее потребители заключают с производителями договоры на постгарантийное обслуживание и регулярно их продляют. Эксперты отмечают, однако, что в малом бизнесе потребность в сервисных контрактах пока не укоренилась, в ходу принцип «будем чинить, когда сломается».

Значительная часть проблем с восстановлением работоспособности оборудования решается через удаленную диагностику или консультирование по телефону, но, конечно, это зависит и от сложности оборудования, и от сложности отказа техники.

На некоторых предприятиях существует и график планово-предупредительных ремонтов на основе различных систем диагностики. Но ППР уже неактуальны для значительной части современных станков, которые оснащаются системами внутренней диагностики. С их помощью компании накапливают статистику по наработке на отказ и на ее основе составляют графики всех манипуляций со станком — смазки, настройки, ремонта или замены узлов.

АУТСОРСИНГ: ЗА И ПРОТИВ

У владельца оборудования всегда есть выбор — создавать собственную систему запчастей из-за рубежа, формировать складской запас, готовить кадры и т.д. или привлечь уже готовые ресурсы специализированной сервисной организации и сконцентрироваться на том, что приносит доход. Тенденции аутсорсинга укоренились в больших компаниях.

Общий довод «за» звучит так: «Аутсорсинг — выгоднее, чем содержать свой штат ожидающих у моря погоды». Прибегая к аутсорсингу, крупные компании исходят из стремления минимизировать расходы, оптимизировать организационную структуру, а главное — сосредоточиться на прибылеобразующих вещах, отдав остальное специализированным фирмам. Но некоторые игроки рынка, признавая достоинства аутсорсинга, все же считают его палкой о двух концах. Во-первых, как бы ни был профессионален аутсорсер, время реагирования на отказ увеличивается — свои окажутся рядом со станком быстрее. Во-вторых, если у тебя была сильная команда механиков, электронщиков, электриков, то каждый знал свое оборудование хорошо. Будучи правильно мотивированными, свои ремонтники были заинтересованы в отсутствии ремонтов, делая упор на профилактику, и на некоторых предприятиях получали премии именно за отсутствие ремонтов. И в самом деле, если есть профилактика, то откуда ждать постгарантийной поломки? И совсем неожиданный аргумент: «Вот сейчас со мной хотят заключить договор несколько компаний, потому что своего штата ремонтников у них нет, — рассказывает мне глава российского представительства зарубежной компании. — Получается, не хотели своим платить, будут моим асам платить 50 евро за час. И я заинтересован в том, чтобы этот источник доходов у меня долго не иссякал. Грамотный профессионал всегда сможет сделать так, чтобы он снова понадобился, если он «неродной». И не факт, что аутсорсер будет обслуживать оборудование лучше, хотя моих спецов это утверждение не касается».

И все-таки надо помнить самое важное: будь то выделение сервиса в отдельный вид бизнеса, собственный штат ремонтников или сервисная служба поставщика, — всё упирается в проблему кадров. Вот почему главным звеном в работе по поддержанию высокого стандарта в сервисе считается обучение сервисных инженеров у потребителей, причем у серьезных компаний обучение специалистов предшествует запуску нового продукта.

Мы высказали свое видение проблемы сервиса, приглашаем читателей выступить в роли оппонентов.

Зинаида Сацкая

СЕРВИС — СИСТЕМА С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

Александр Емельянов, руководитель технического департамента компании «Стан»

В конце минувшего года компания «Стан», которую министр промышленности и торговли Денис Мантуров назвал «серьёзным частным игроком» в российском станкостроении, завершила формирование корпоративной сервисной службы. Вот почему, открывая тему сервиса в отрасли, мы посчитали естественным обратиться к опыту именно этой российской компании, чтобы понять, с какими вызовами приходится сталкиваться отечественному производителю продукции с высокой добавленной стоимостью.

Ответственность за сервисную поддержку выпускаемого компанией оборудования возложена на Александра Емельянова, который возглавил технический департамент «Стана» с несколькими сервис-центрами в его составе. Ему мы и адресовали наши вопросы, на которые он любезно согласился ответить. Разговор, впрочем, вышел за пределы сугубо сервисной темы, потому что Александр Емельянов остается действующим исполнительным директором завода «Шлифовальные станки», входящего в компанию «Стан». Многолетний опыт производственника позволил проследить динамику развития российского машиностроительного сервиса.

СТРУКТУРА

Александр Николаевич, на каких принципах построена сервисная служба компании «Стан»?

Наша сервисная служба отличается от того, что обычно принято считать сервисом на машиностроительных предприятиях. Поддержка оборудования в течение всего жизненного цикла — это новая логика ведения бизнеса, в которой сервис выступает принципиальным элементом стратегии компании.

Функции сервис-центров «Стана» начинаются ещё до того, как собранный станок попал к заказчику. Организационно сервис состоит из четырех основных подпроцессов послепродажного взаимодействия с заказчиком. Сначала, естественно, гарантийное обслуживание. Затем то, что традиционно понимается под сервисом, когда заказчик эксплуатирует станок,— это постгарантийное обслуживание. Третий элемент — продажа и поставка запчастей и расходных материалов. Кроме того, у нас появляются новые технологии, которые можно реализовать на этих станках. Мы развиваем самый главный инженерный продукт — программное обеспечение, которое в этот станок заложено. Эта функция позволяет значительно продлить эксплуатационную жизнь станка и постоянно повышать эффективность его работы. Мы считаем, что эти два направления в перспективе должны быть самыми привлекательными для заказчика с точки зрения сервиса в постгарантийный период.

А как корпоративная сервисная служба выглядит организационно?

Поскольку те функции, которые я назвал, предполагают не просто сервис, но и инжиниринг, конструктивное развитие, мы шагнули немного дальше и централизовали сервисные услуги в рамках всей компании: взаимодействие с заказчиком по послепродажному обслуживанию оборудования осуществляет технический департамент «Стана», а собственно сервис-центры — это подразделения управляющей компании, которые работают на производственных площадках. Мы сознательно вывели сервисную службу из подчинения заводам. Работники сервисной службы должны быть независимыми, чтобы, не будучи связанными субординацией, иметь возможность высказывать свои замечания и пожелания. То есть выступать не как заводское ОТК, а в качестве независимого аудитора.

То есть у вас шесть сервисных центров по числу заводов компании?

Пока так. Они имеют предметную специализацию, поскольку каждый привязан к номенклатуре выпускаемого оборудования, но также и определенную специализацию по заказчикам, с которыми они работают. В состав региональных сервис-центров входят специальные ремонтные бригады «оперативного реагирования». Плюс — единый колл-центр с бесплатным круглосуточным номером. В опытный период мы отшлифовали с сотрудниками колл-центра алгоритм работы с получаемой информацией, поэтому накладок не должно быть.

ФУНКЦИИ

Начнем с гарантийного обслуживания.

Гарантийный срок может длиться от 12 до 36 месяцев, что определяется пожеланием заказчика. Но 36 месяцев — это исключительные пожелания заказчика, которые сказываются на цене оборудования.

Вот станок в гарантийный период остановился. Заказчик говорит, что это заводской брак, производитель отвечает: «Ребята, арифмометром гвозди не заколачивают». Оговариваются ли такие вещи наперед? И как разрешаются такие ситуации?

В договорах поставки мы стараемся оговаривать ответственность заказчика за неквалифицированную эксплуатацию станка. Но если это действительно случай, который в договоре не прописан, то ситуация трактуется в пользу заказчика.

Что вы прописываете на гарантийный период в договоре поставки?

Компания обязуется в течение гарантийного периода поддерживать оборудование в рабочем состоянии. Гарантийное вмешательство, как правило, касается замены стандартных комплектующих — гидравлики, электрики, зачастую зарубежного производства.

Как выглядит постгарантийное обслуживание?

Индивидуальный сервисный договор определяет периодичность и условия профилактических мероприятий, необходимых для нормальной работы оборудования.

Все ли потребители идут на такие договоры?

Пока, к сожалению, не все. Но определенно могу сказать, что отношение к постгарантийному обслуживанию начинает меняться. Ведь предприятия-заказчики живут в новых экономических условиях и вынуждены по-новому относиться к услугам сервиса. Традиционно, ещё с советских времён, на больших предприятиях были солидные

эксплуатационные и ремонтные службы, отделы главного механика, за которыми были закреплены функции по постгарантийному обслуживанию. И только в случаях сложности и уникальности оборудования, когда собственными силами предприятия не могли обслужить станок, звали производителя или стороннюю сервисную службу. А сейчас крупные заводы стараются оптимизировать расходы, отдают сервис на аутсорсинг и охотнее идут на заключение сервисных договоров.

Какую функцию во внутрикорпоративной организации сервиса вы назвали бы главной?

Определенно — это обратная связь между сервисной службой и технологическим центром, который выполняет функцию центрального конструкторского бюро «Стана». Этот контакт должен быть надежным и абсолютно достоверным, потому что мы транслируем информацию разработчику, конструктору. Задача сервисного инженера — вовремя донести до главного конструктора информацию о проблемности того или иного узла или детали. В свою очередь конструктор выносит на уровень коммерческого подразделения вопрос о целесообразности покупки тех или иных деталей у данных производителей. А вопрос больших закупок и долгосрочных отношений с конкретными поставщиками при необходимости выносится на высший управленческий уровень компании.

Часто ли приходится менять поставщиков?

К счастью, нечасто, но иногда призывать поставщиков к производственной дисциплине приходится. Ведь смена поставщика — это вопрос времени и денег. Ряд узлов в оборудовании унифицирован и приспособлен под определенный тип деталей. А новый партнёр — это новые требования к размерности, долговечности и так далее, то есть это довольно серьезный вызов для разработчика. Поэтому мы заинтересованы в долгосрочных отношениях с поставщиками. Тогда и мы, и они видим четкую перспективу развития, имеем понятную экономику на несколько лет вперёд.

Через обратную связь можно влиять на выбор поставщика комплектующих. А свои предложения по изменению конструкции сервисная служба делать может?

Да, может. На станке не только должно быть удобно работать, его должно быть удобно обслуживать. Поэтому если сервисному инженеру будет трудно добраться, условно говоря, до какого-нибудь болта, то он имеет все основания обратиться к разработчику для изменения конструкции.

Какие нормативы установлены в сервис-центре для реагирования на запрос заказчика?

После поступления звонка в колл-центр мы обязаны в течение 15 минут связаться с клиентом и договориться о пути решения проблемы. Если телефонной консультации недостаточно, в течение 48 часов специалист сервис-центра должен на месте определить проблему, сроки и пути её решения.

В XXI веке только телефон и выезд на место?

Конечно, этим не ограничиваемся. Во всех современных системах оборудования заложена возможность удаленной диагностики. Но не на всех заводах-эксплуатантах по разным причинам такая функция доступна. К тому же есть немало старых станков. Мы прописываем все эти детали в договорах сервисного обслуживания.

А как выглядит динамика востребованности удаленной диагностики?

Спрос растет. В промышленность пришло поколение, не мыслящее работы без компьютера. Кроме того, происходит постепенная замена оборудования на станки с новыми технологическими возможностями.

ВСЕ ПОЗНАЕТСЯ В СРАВНЕНИИ. СЕРВИС ТОЖЕ

Рискнете ли вы сравнить сервис отечественный и зарубежный?

Рискну. Объективно зарубежный сервис лучше организован. Это связано и с многолетними традициями иностранных компаний, и правильной организацией внутренних бизнес-процессов, и нацеленностью на максимальную прибыльность всех операций. В общем, нам есть пока ещё чему учиться у западных конкурентов. Но российским заказчикам сервис, предлагаемый «Станом», более интересен, потому что мы не настолько формализованы, как зарубежные коллеги. Нашему сервисному инженеру рабочий буквально от станка может позвонить и получить ответы на свои вопросы. А в зарубежном сервисе попробуй получи такую услугу!

Как вы работаете со статистикой отказов?

Правильно функционирующая сервисная служба со своей статистикой позволяет отказаться от отдельного склада для своих нужд.

В стране отсутствует компонентная база. Это общая проблема. Как это отражается на работе сервисной службы — на сроках, на стоимости?

Это головная боль не только для нашей компании, но и для всего отечественного машиностроения. И, конечно, отсутствие собственной компонентной базы негативно сказывается и на сроках оказания услуг, и на их стоимости, и на конкурентности российских компаний.

Но ведь как бы ни болела голова сервисных служб, решить эту проблему в рамках одной компании невозможно?

Отечественная гидравлика неплохая, но наши производители, к сожалению, не научились ещё дорожить своим именем, как, например, Bosch Rexroth. Нет производственной стабильности: один раз сделали нормально, во второй раз — качество неважное. Большие проблемы с отечественными электронными компонентами. Это требует, на мой взгляд, комплексного решения в масштабах всего машиностроения.

СЕРВИСНЫЙ ИНЖЕНЕР — ТОВАР ШТУЧНЫЙ

Насколько для вас остра кадровая проблема?

Очень остра. Хороший сервисный инженер — это штучный товар. Технические специальности, к сожалению, сейчас непопулярны среди молодёжи. Поэтому все фирмы, включая западные, переманивают квалифицированных сервисных инженеров друг у друга.

«Воровство» — это один способ заполучить хорошего специалиста. А другие методы есть?

Как правило, это специалисты со сборки. Их сервисную специализацию мы «доводим» самостоятельно, в рамках сервис-центра. Специалистов по электрике и электронике направляем на обучение в учебные центры поставщиков — Bosch, Siemens. Проводим собственные курсы повышения квалификации. Сейчас компания разрабатывает проект создания своего учебного центра, в котором мы будем выращивать, в том числе, и кадры для сервисной службы.

Зинаида Сацкая

СЕРВИСНАЯ СЛУЖБА КОМПАНИИ-ПОСТАВЩИКА

В последнее время стало заметным желание компаний, эксплуатирующих оборудование, заключать договоры на постгарантийное обслуживание. И этому есть объективные причины. Сложность современного технологического оборудования и сопутствующие факторы приводят к тому, что возникающие проблемы и вопросы часто решаются за счет обращения к компании-поставщику или в сервисный центр, но не к штатным наладчикам.

Такая тенденция, в свою очередь, диктует требования к поставщику. Причем этот аспект необходимо учитывать еще на этапе заключения договора на поставку: выяснять не только, включена ли в цену наладка и обучение и каков гарантийный срок, но и какими силами поставщик это делает.

Дело в том, что в небольших фирмах-производителях или в фирмах, поставляющих бюджетное оборудование, не всегда есть сервисная служба как таковая. В этом случае сервисные инженеры, по сути, специалисты, которые большую часть времени выполняют какие-то иные задачи. Действительно, если объемы выпуска недостаточны для того, чтобы полноценно загрузить людей, работающих на выезде — это оправдано. Но есть и обратная сторона: может возникнуть очередь на сервис, и поломку не удастся устранить оперативно. Классический пример: декабрь, завершение года, на который всегда приходится много поставок и запусков, а тут еще и отказ в работе станка. В результате, в такие горячие моменты чаще всего на сервис время и силы распределяются по остаточному принципу. Для эффективного решения задачи конечно же необходимо отдельное сервисное подразделение в структуре фирмы.

Мы сами и поставляем, и эксплуатируем оборудование, поэтому смотрим на ситуацию сразу с двух сторон, как поставщик и как потребитель. Наша компания производит сложное промышленное оборудование — станки лазерной обработки. И для нашей области оптимальный вариант, который позволяет максимально эффективно как в плановом режиме запускать оборудование, так и снимать возникающие вопросы, выглядит так.

Во-первых, в структуре компании должно быть отдельное сервисное подразделение, основная задача которого — работа на выезде. Специалисты этого подразделения осуществляют запуск оборудования в эксплуатацию после поставки, они же осуществляют сервисное обслуживание, ремонт, модернизацию.

Во-вторых, в тесной связке с ними работает группа инженеров-технологов, которые сдают оборудование у нас на предприятии, обучают работе на оборудовании операторов, наладчиков и технологов заказчика, проводят удаленную диагностику, осуществляют технологическое сопровождение и иногда выезжают к заказчику. Это позволяет максимально оперативно и в плановом порядке запускать оборудование, обучать и снимать экстренные вопросы.

Отдельно нужно сказать о возможности удаленной диагностики. Это актуально не только для ситуаций, когда оборудование работает, как наше, по всей стране, но даже тогда, когда речь идет об одном городе. Выезд — это все равно в лучшем случае полдня простоя. Диагностика и ремонт по удаленному доступу часто позволяют снять проблему за полчаса. Но это, конечно, возможно в том случае, если оборудование имеет функции самодиагностики, автоматически ведет протокол работы и т. п. — то есть вообще конструктивно и идеологически это предусматривает.

Здесь часто кроется и разница в цене на оборудование: более бюджетные аналоги, несмотря на то что на первый взгляд реализуют «все то же самое, только вдвое дешевле» как раз не предусматривают работы по устранению неполадок с выездом или удаленно. Мы, как производитель с собственной сервисной службой, часто видим ситуацию, когда люди выбрав бюджетный станок из Китая через три месяца-полгода-год сталкиваются с ситуаций «станок встал, а кто будет ремонтировать — непонятно». В таких ситуациях часто российские коллеги ничем помочь не могут — не потому, что не хотят, а потому, что не ремонтопригодно. Некоторое время тому назад мы обновляли собственные производственные мощности. Для нас также стоял вопрос между оборудованием проверенных фирм и существенно более дешевым вариантом из Китая. Однако мы сами, хорошо зная специфическую ситуацию с сервисом и поддержкой, решили принципиально отказаться от дешевых вариантов даже в тех случаях, когда по параметрам станки нам подходили. Конечно, хороший сервис поставщика поднимает цену на оборудование — а мы все далеко не всегда готовы платить за то, что еще не произошло и неясно, произойдет ли. С другой стороны очень часто попытка сэкономить за счет этой статьи выходит боком.

Еще один важный момент — технологическое сопровождение. Мы у себя давно запустили программу технологического сопровождения, потому что часто эффективность использования возможностей станка — это не только его исправность.

Это связано со спецификой работы лазерного оборудования как такового. Например, если мы говорим про оборудование для резки, то станки, начиная со средней ценовой категории — наши не исключение — так или иначе поставляются с библиотекой режимов, то есть оптимальными параметрами резки для разных материалов разных толщин. Однако качество на выходе зависит не от параметров станка, а совершенно от других переменных. Оператор получает 4 мм черную сталь, запускает из библиотеки режим — и качество выходит крайне нестабильным. Проблема не в станке, а в том, что металл приходит с одного края листа 3,5, а с другого — 4,5, на нем пятна ржавчины и масла и т. д. — уж такова наша реальность. Конечно, можно от этого страховаться постобработкой, а можно подключить к машинному мозгу человеческий и, скорректировав параметры, добиться стабильного качества даже в таких условиях, и при минимальных затратах. И мы в этом плане как раз помогаем.

Анна Цыганцова
Группа компаний «Лазеры и аппаратура», www.l-i-a.ru

EUROBOOR
FOR PROFESSIONALS BY PROFESSIONALS

ПРОИЗВОДИТЕЛЬ МАГНИТНЫХ СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКОВ, ОСНАСТКИ И КОЛЬЦЕВЫХ ФРЕЗ

Компания EUROBOOR — одно из немногих предприятий-изготовителей оборудования, имеющих в России свой официальный сервисный центр и сеть авторизованных сервисных центров в большинстве регионов нашей страны.

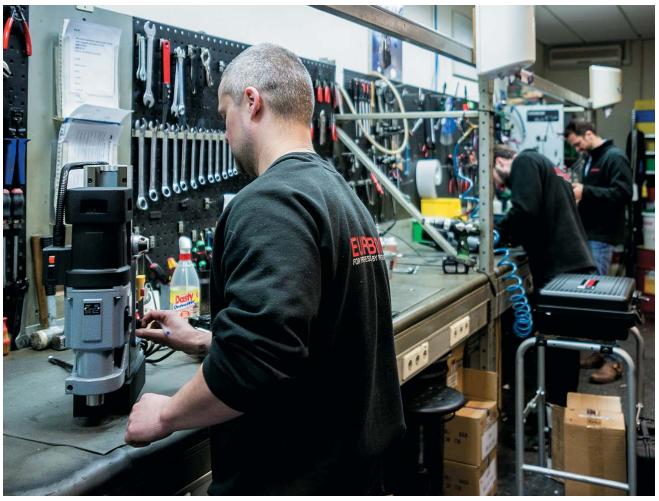
ОСНОВНЫЕ СТОЛПЫ СЕРВИСНОЙ ПОЛИТИКИ EUROBOOR

— **Открытый доступ ко всем электросхемам и взрыв-схемам запчастей своего оборудования.** Для удобства работы разработан специальный технический портал EUROBOORPORTAL.COM со всей необходимой технической документацией.

— **Гарантированное наличие любой запчасти.** Ответ из нашего сервиса — «Срок поставки этой запчасти xx дней, недель» — непреемлем. Всё в наличии!

— **Запчасти и расходники по разумной цене.** Запчасть или узел в сборе не должны стоить как весь станок целиком, как это часто бывает у эксклюзивных продавцов оригинальных запчастей.

— **Техническая служба EUROBOOR максимально близко к клиенту.** Нет необходимости пересылать оборудование в другой город и тратить несколько дней только на дефектовку. В каждом крупном городе у нас есть партнер, готовый выполнить гарантийное, техническое обслуживание, ремонт в минимальные сроки и предоставить на это время подменное оборудование, чтобы ваша работа не останавливалась.



Являясь производителем оборудования, мы стараемся превзойти ожидания клиента и начинаем EUROBOOR сервис с первого момента обращения к нам — профессиональные сервисные инженеры готовы проконсультировать вас в подборе оборудования в соответствии с поставленными задачами. Зная российские традиции эксплуатации оборудования мы акцентируем внимание на обучении персонала и клиентов, предотвращая многие поломки и проблемы путем информативных консультаций.

МНОГОГРАННЫЙ СЕРВИС

Понятие «сервис» для компании СКБ ИС имеет множество разных граней. Одна из них — **сервис выпускаемой продукции**. Как правило, энкодеры, устройства индикации и системы управления являются частью какого-то более сложного и высокотехнологичного оборудования, являясь таким образом просто запчастью, которую меняют при поломке. Сервис самих энкодеров может заключаться, например, в периодической чистке шкалы линейных датчиков. Например, на станках, обрабатывающих чугун, необходимо периодически производить такую чистку, т. к. со временем внутрь корпуса попадает большое количество чугунной пыли. Снижение возможных затрат на сервис такой продукции, как линейные преобразователи перемещений может происходить за счет создания правильных условий эксплуатации — если установить систему очистки и подачи сжатого воздуха в корпус линейки, можно значительно повысить степень ее защиты от пыли, масла и СОЖ. Таким образом, сделав небольшие вложения в подготовку условий эксплуатации, можно минимизировать расходы на сервис некоторых узлов и избежать потерь из-за простоя нерабочего оборудования.

Другая сторона — это когда мы говорим **о сервисе, как о гарантийном и постгарантийном ремонте**. С этой разновидностью сервиса мы сталкиваемся чаще. В основном это ремонт старых, вышедших из строя линейных и угловых энкодеров. Если поломка произошла по причине механического воздействия или из-за несоблюдения условий эксплуатации, восстановление работоспособности энкодера не выгодно — ремонт обходится дороже покупки нового датчика. В остальных случаях гораздо выгоднее отремонтировать неработающее устройство, нежели менять его на новое. Являясь производителем, мы можем обеспечить оперативный ремонт своего оборудования в срок не более 5 дней, тогда как производство новой продукции может занять около месяца. С точки зрения затрат ремонт также является более рациональным выбором для потребителя, особенно это касается дорогих моделей энкодеров. Нередко к нам поступают просьбы отремонтировать продукцию других производителей, которая не выпускается уже несколько лет. В такой ситуации мы, как правило, бессильны хотя бы из-за отсутствия элементной базы. В этом случае мы предлагаем наиболее близкий по характеристикам продукт из своего ассортимента. А для ремонта собственной продукции, снятой с производства в течение последних десяти лет, мы держим запас комплектующих и материалов.

Третья грань — это **сотрудничество с сервисными и модернизирующими компаниями**. Это самая объемная доля нашей компании на рынке сервиса. Модернизация станочного парка, как правило, связана с заменой устаревшей системы управления станка или с внедрением новой системы ЧПУ на станки с ручным управлением. В такой работе не обойтись без датчиков обратной связи. При капитальном ремонте станка датчики могут быть использованы для контроля перемещения линейных координат, контроля вращения поворотного стола с высокой точностью, в механизме смены инструмента, на приводах подач. Когда бюджет, выделенный на ремонт станка, ограничен, заказчики пытаются сэкономить, оставив старую систему управления и заменив только датчики обратной связи. Мы выпускаем линейные и угловые энкодеры, имеющие на выходе сигнал, воспринимаемый старыми системами. Однако мы не рекомендуем идти по такому пути. Ремонт обходится дешевле, но сама система управления остается старой и, как следствие, ненадежной. В случае ее отказа возникает необходимость переоснащать станок новой системой ЧПУ с новыми энкодерами, а недавние вложения в ремонт не оправдывают себя.

Иногда промышленные предприятия сталкиваются с проблемами модернизации и решения задач управления простыми станками или промышленными механизмами, для которых применение ЧПУ, как мощного вычислительного комплекса избыточно и экономически не оправдано. Особенно это актуально для российских предприятий с многочисленным парком устаревшего станочного оборудования и отсутствием средств для покупки нового оборудования. Для решения таких задач в ОАО «СКБИС» была разработана недорогая и простая в установке, настройке и эксплуатации система программно-позиционного управления (СППУ). Это универсальная система управления, которая подходит как для простых металлорежущих, деревообрабатывающих или координатно-расточных станков, так и для транспортеров или промышленных механизмов, где используется позиционное управление, то есть выход в заданную позицию осуществляется последовательными перемещениями по координатам, без одновременного движения осей по сложной криволинейной траектории. Преимущество системы состоит в ее модульности. Это значит, что можно приобрести недорогой комплект с минимальными функциями, оснастить станок и начинать работу. В дальнейшем просто докупаются необходимые модули, позволяющие расширять возможности системы. Являясь разработчиками СППУ, наши специалисты могут подобрать наиболее подходящую конфигурацию модулей для конкретного оборудования, оказать консультационную поддержку при монтаже и пуско-наладке, оперативно доработать программное обеспечение по заданию заказчика. Данная система имеет наиболее близкое отношение к сервису оборудования, так как ее разработка была обусловлена задачами недорогого обслуживания и модернизации станков и механизмов.

Дмитрий Востриков

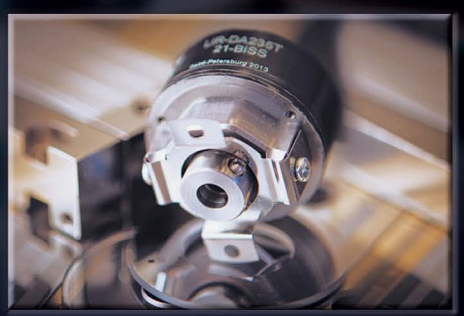
Специальное конструкторское бюро измерительных систем

ОАО «СКБ ИС» с 1988 года разрабатывает и производит широкий ассортимент оптико-электронных преобразователей перемещения, устройств индикации, систем управления, и аксессуаров к ним, таких как соединительные муфты, кабели и переходники, устройства для обработки и преобразования сигналов. Также компания «СКБ ИС» ведет разработку новых моделей энкодеров со специальными характеристиками по техническим требованиям заказчика.

SKBIS

СДЕЛАНО В РОССИИ

ЛИНЕЙНЫЕ И УГЛОВЫЕ ЭНКОДЕРЫ, УСТРОЙСТВА ИНДИКАЦИИ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ



www.skbis.ru +7(812)334-17-72 lir@skbis.ru

СЕРВИС В СТАНКОСТРОЕНИИИ:
ЕДИНСТВЕННОЕ ВЕРНОЕ РЕШЕНИЕ ИЛИ МНОГОВАРИАНТНОСТЬ?

В эпоху, когда свершается четвертая промышленная революция, сервис и технически сложные продукты — вещи взаимосвязанные, а зачастую в этой цепочке непросто выделить, что важнее: само оборудование или сервисное обслуживание. Сергей Костюченко — коммерческий директор производственно-коммерческой компании «КОСКО», делится своим практическим опытом о роли услуг сервиса.

КОСКО СОВРЕМЕННЫЕ ОТРЕЗНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ДЛЯ СПРАВКИ:

Производственно-коммерческая компания «КОСКО» с 2012 года поставляет на российский рынок высокотехнологичные оборудование и инструмент для распиловки заготовок из металла любых форм и размеров.
2014 год — запущено производство пильных полотен под маркой «Роспил».
2016 год — ООО «КОСКО» выпустило первые ленточнопильные станки от под маркой МСК.

Сервис — это обязательство или элемент конкурентной борьбы?

В настоящее время отечественный станочный парк активно обновляется. Обновлением заняты все отрасли промышленности. Производственные предприятия, вне зависимости от производимой продукции, отдают предпочтение разработкам, которые позволяют сократить время на технологические операции и оптимизировать издержки. Серьезные заказчики уже давно не рассматривают поставщиков, которые не предлагают услуги сервиса. Наличие в договорах поставки условий по сервисному сопровождению — это и обязательство, и норма. Но конкуренция среди станкостроителей в нашем сегменте — высока. Идет борьба не только технологий и ценовых политик. На первый план выходят уровень и качество сервисных услуг. По моему мнению, четко работающая сервисная служба — это искусство, которое требует слаженной работы всех производственных и вспомогательных подразделений компании. Это и наличие инженерных кадров высокой квалификации, и умение управлять складской и транспортной логистикой. Кто освоил это искусство, тот и получил преимущество. Итак, сервис — это обязательство, а его качество — уже элемент конкурентной борьбы.

Сервисная поддержка — это ремонт или поддержание оборудования в работоспособном состоянии?

Я отвечу на этот вопрос так: «Сервисная поддержка — это залог бесперебойной работы оборудования». Ленточнопильный станок, как любой другой технически сложный продукт, безусловно требует и периодической проверки работоспособности основных механизмов, и замены деталей. Но каждый покупатель самостоятельно определяет объем заказываемых сервисных услуг. И зависит это, прежде всего, от уровня подготовки кадров на предприятии заказчиков. Чем выше квалификация специалистов, тем меньше услуг со стороны ему требуется. Для нас, как поставщика и производителя, очень важно, чтобы поставляемое нами оборудование работало без перебоев. И это мы подтверждаем трехлетней гарантией на оборудование. Хотя наш сервис начинается раньше — с первого контакта: по звонку с рекламного объявления или первой встречи на выставке.

ДЛЯ СПРАВКИ:

Перечень базовых сервисных услуг компании «КОСКО»
- Гарантийное сопровождение на 3 года
- Пуско-наладка
- Ремонт
- Осмотр технического состояния
- Проведение технического обслуживания станков
- Инструктаж персонала заказчика по работе с оборудованием
- Консультирование
- Рекомендация по выбору режима работы и типа инструмента в зависимости от материала, формы и габаритов обрабатываемых заготовок

Гарантийное ТО. Как это оговаривается в договорах на поставку? Какие подводные камни могут встретиться? Гарантийные сроки?

Гарантийный срок работы оборудования — это не только срок в течение которого покупатель может выявить существенные недостатки оборудования, а производитель обязан устранить их. Это — более емкое понятие, которое влияет на конкурентность всех участников сделки. Мы говорим о периоде, в течение которого производитель одних товаров выстраивает свои производственные планы без опасений, что в самый ответственный момент оборудование выйдет из строя, а второй — имеет реальную возможность оптимизировать издержки, связанные со складскими запасами инструментальной оснастки и быстро изнашиваемых деталей. В договорах, где Коско выступает поставщиком, мы прописываем, что на наше оборудование распространяется расширенная гарантия до 3-х лет. Но это правило работает при условии, что в течение этого срока мы можем контролировать качество используемого заказчиком инструмента и деталей, срок службы которых зависит от интенсивности работы оборудования: приводные ремни, фильтры, кнопки и т. д. Если покупатель считает, что это условие ему неудобно, предпочитает работать по данным позициям с другими поставщиками, то мы вынуждены сократить гарантийный срок на поставляемые станки до 12 месяцев.

Покупаем оборудование. Какова доля сервиса в цене?

Как ранее было сказано, сервис для нас — производителей, — это элемент конкурентной борьбы, для покупателя — уверенность, что оборудование будет работать исправно и бесперебойно. Общепринятой или рекомендованной структуры цены — нет. Но есть простая формула. И основной элемент в ней — уровень надежности оборудования. У понятия надежность ленточнопильных станков есть синонимы: долговечность, ремонтопригодность, безотказность. Чем будут выше эти показатели, тем меньше будет доля сервиса в цене.

Как Вы оцениваете затраты на сервис отечественных ленточнопильных станков и импортных?

Выводя на российский рынок новый станочный бренд — МСК, собственного производства, мы четко понимали, что уровень сервиса российских ленточнопильных станков МСК не может быть ниже, чем у зарубежных конкурентных марок. Поэтому, отвечая на вопрос, будем опираться на собственный опыт организации сервисного обслуживания как станков иностранного производства, так и отечественных. Проведя сравнительный анализ затрат на организацию сервиса наших станков и импортного оборудования, мы получили интересную статистику: затраты на сервис российских станков МСК — почти на 27% ниже, чем на обслуживание аналогичного оборудования, произведенного за пределами России. А это уже реальная экономия не только для нас, но и для покупателей. И связано это не столько с прямыми издержками производителя или логистикой, а сколько с тем фактом, что иностранный производитель, экономя свои средства, под видом дополнительного сервиса перекладывает часть издержек на покупателя.

Возникла проблема. Кто виноват? Изготовитель или потребитель с его традициями эксплуатации?

На этот вопрос нельзя ответить однозначно. Что такое проблема? Проблема — это то событие, которое не предусмотрено договором? Но сегодня сложно найти ситуацию в отношениях участников рынка B2B, которая не была предусмотрена при заключении сделки. Как правило, есть предмет договора, сроки, цена и условия. Если стороны хотят получить результат, то стремятся выполнить условия договоренностей. Отношения между покупателем и поставщиком — материальны. В период гарантийных сроков — одни, после гарантийных — другие. Так что «традиции эксплуатации» — это скорее эфемерное понятие для нашего рынка.

Как в подобных ситуациях ведут себя российские и зарубежные производители?

Если компания ставит перед собой цель — работать долгосрочно, то не имеет значения, российский это производитель или зарубежный. Российский рынок очень привлекателен для иностранных компаний и об этом свидетельствует высокая доля импортируемого оборудования. Но для нашего покупателя важно не только приобрести оборудование, которое будет функциональным, не менее важно получать квалифицированную поддержку в периоды запуска и эксплуатации. Большинство зарубежных станкостроительных компаний, подтверждая серьезность своих намерений, не только запускают заводы по производству сложного оборудования, но и организуют всестороннюю сервисную поддержку своим продуктам. Но не всегда на практике это так.

Вот пример из нашего опыта. Несколько лет назад мы занялись активным продвижением на российский рынок продукции небольшой семейной фирмы Бонетти из итальянской провинции Кремона. Мы заключили более 50 — контрактов с российскими предприятиями на поставку и предоставили от компании KOCKO гарантии на оборудование сроком на 3 года. Чтобы вывести проект на новый уровень развития и дать возможность станкам семьи Бонетти принять участие в закупках, проводимых в соответствии с Федеральным законом N 44-ФЗ, российская сторона взяла на себя ряд обязательств по организации продаж и сервисных услуг на территории РФ, а итальянцы, в свою очередь, должны были организовать производство этих станков в Москве, на территории ВНИИМЕТМАШ. Однако. через год Бонетти покинули территорию ВНИИМЕТМАШ, отозвав в одностороннем порядке свои обязательства. А компания «KOCKO» продолжает выполнять гарантийные обязательства и предоставлять сервисные услуги на станки Бонетти.

Потому как для нас важно — работать так, чтобы заказчик и после исполнения контракта на поставку не разочаровался в нас как в поставщике станков и сервисных услуг.

Промышленные ленточнопильные станки российского производства

KOCKO MCK

Более 20 моделей в 6 сериях станков различного типа и назначения

Сертифицированное производство на территории РФ
Расширенная гарантия на 3 года

MSK.KOSCO.SU

РОБОТИЗАЦИЯ — КАК ТРЕНД В ГОНКЕ ЗА ЛИДЕРСТВОМ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

В последнее десятилетие роботизация является мировым трендом, дающим толчок для прорывного развития предприятий.

Необходимость повышения конкурентоспособности, являющейся залогом процветания и развития, заставляет предприятия пересматривать сложившиеся технологии производства, подготовки производства, технологии управления предприятием. В условиях глобализации рынков, стирания границ, развития коммуникаций конкурентоспособность в значительной степени зависит от умения быстро реагировать и более эффективно решать задачи, которые определяет динамически изменяющаяся макросреда. Возникает необходимость применения новых методов и средств принятия решений в реальном времени.

Но далеко не все предприятия выбирают наиболее правильный путь — организацию стабильного производственного процесса. Частой ошибкой становится уход в операционные процессы, решая задачи с «незавершенкой», производственным браком или низкой работоспособностью персонала. В этом случае на реальные модернизации, которые должны вывести предприятие на новый уровень — нет времени.

В отличие от стандартной жесткой автоматизации, требующей существенных затрат ресурсов и времени, роботизация обеспечивает производителям массу конкурентных преимуществ. Ключевые плюсы от роботизации и автоматизации производства:

- ✓ Увеличение производительности;
- ✓ Повышение качества продукции;
- ✓ Снижение эксплуатационных расходов;
- ✓ Улучшение условий труда персонала;
- ✓ Повышение гибкости производства;
- ✓ Сокращение необходимых производственных площадей и др.

Новые поколения 6-осевых роботов в сочетании с автоматизацией и интеллектуализацией производственных процессов являются одними из главных составляющих решения проблем создания высокоэффективных конкурентоспособных производств, особенно в машиностроении. Гибкие безлюдные производства — это альтернатива дешевой рабочей силе, а также минимизация потерь при изменении конъюнктуры на рынке. В условиях возрастающей конкуренции роботизация дает возможность создавать технологии, имеющие максимальное количество степеней свободы для производства широкого спектра сменяемых изделий. Гибкое, автоматизированное, быстро перестраиваемое, высокопроизводительное, интеллектуальное производство — вот основная тенденция современного и будущего машиностроения.

Общая тенденция развития робототехники направлена на сокращение сроков переналадки оборудования, рост мощности в серийном, мелкосерийном и индивидуальном производстве, особенно для таких процессов, как сварка, резка, обслуживание станков, палетирование, внедрение систем самодиагностики с удаленным доступом, внедрение интегрированных систем технического зрения для анализа обстановки, контроля, управления.

Достигаемые эффекты роботизации в промышленности доказаны и весомы:

- ✓ Увеличение скорости сварки до 90 см/мин;
- ✓ Экономия до 40 % на расходных материалах (газы и проволока);
- ✓ Стабильно высокое качество сварных швов;
- ✓ Повышение производительности и надежности работы оборудования;
- ✓ Работа без перерывов и смен в режиме 24/7;
- ✓ Высокая точность резки металла различной толщины;
- ✓ Исключение ряда металлообрабатывающих станков из технологичного процесса;
- ✓ Резка по сложным траекториям, под различными углами;
- ✓ Сведение к минимуму влияния человеческого фактора.

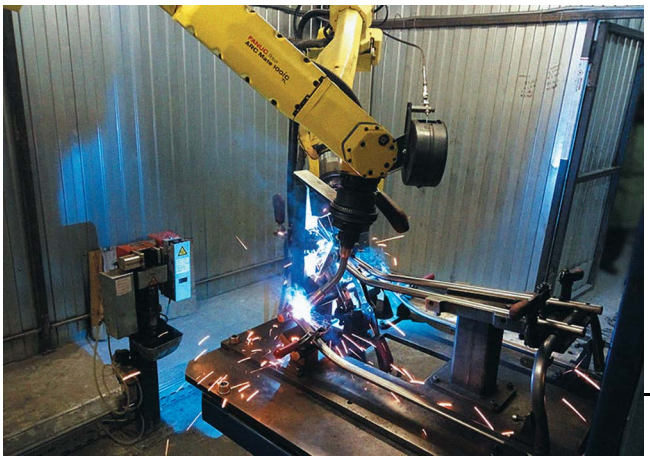
Внедренные РТК на российские предприятия дают хорошую отдачу в виде быстрой окупаемости комплекса, реального сокращения сроков производства в разы.

Проекты разработаны и реализованы холдингом «Белфингрупп», одним из лидеров на рынке роботизации в СНГ и России. «Белфингрупп» — интернациональный холдинг, объединивший компетенции, опыт и производственные мощности предприятий России, Беларуси и Финляндии. На счету компании более **3000+** спроектированных и готовых к реализации проектов, более **300** внедренных комплексов под ключ и **23** года опыта в роботизации и автоматизации.

ООО «Этерно», г. Челябинск. Технология 3D резки габаритных труб. Роботизированный комплекс обеспечивает резку габаритных труб (длиной до 12 метров) в полностью автоматическом режиме.

В результате:

- ✓ **Повышение производительности в 20 раз**
- ✓ **Окупаемость проекта 1,5 года**



ПК «Ника», г. Ижевск. РТК для сварки рамы снегоката. Роботизированная технология (РТК) обеспечивает сварку снегокатов в полностью автоматическом режиме.

- ✓ **РТК имеет производительность в 1,43 раза выше сварщика**
- ✓ **240 шт./смена**
- ✓ **Скорость сварки — 2 мин/рама**
- ✓ **Срок окупаемости — 2 года**

В марте «Белфингрупп» отмечает день рождения, в честь которого всем новым клиентам дарит **дополнительный год гарантии на весь робототехнический комплекс (РТК)**. Для этого достаточно связаться с представителями компании любым удобным способом — отправить письмо на **office@belfingroup.com** или оставить заявку через сайт **www.belfingroup.com** и сообщить об этой публикации.

23-летний опыт работы и 3 000+ проектов

Окупаемость РТК от 2 месяцев

Собственное конструкторское бюро и производство

Разработчик уникальных решений и технологий

Автоматизация и роботизация производства. Комплексные проекты техперевооружения.

BELFINGROUP
технологии роботизации и автоматизации
реинжиниринг предприятий

8 800 100 567
Звонок по России бесплатный

www.belfingroup.com
info@belfingroup.com

ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЯ — НОВОЕ СЛОВО В ГИДРАВЛИКЕ

СОЗДАНИЕ ГИДРОПРИВОДОВ НОВОЙ АРХИТЕКТУРЫ С ПОВЫШЕННОЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬЮ, ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬЮ И БЕЗОПАСНОСТЬЮ ДЛЯ КОНКРЕТНОГО КОМПЛЕКТУЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ НЕ ТОЛЬКО НЕОБХОДИМО, НО И ВОЗМОЖНО НА БАЗЕ ВЫСОКОИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ.

Свешников Владимир Константинович

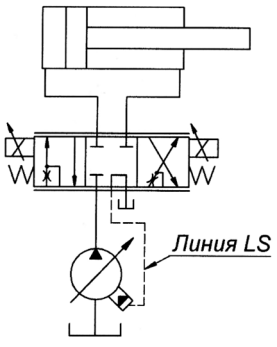
ВВЕДЕНИЕ

В промышленном и мобильном оборудовании традиционно используются две основные приводные технологии — электромеханическая и гидравлическая с известными достоинствами и недостатками. Однако нужно признать, что первая развивается в целом более интенсивно. За последние сто лет электромеханические приводы сделали огромный шаг от допотопных централизованных двигателей с ременными передачами связи с исполнительными механизмами к комплектным высокоинтегрированным индивидуальным приводам с электро- или сервомоторами, механическими передачами, управляющей и силовой электроникой, приборами (датчиками угла поворота, скорости и крутящего момента), а также развитым программным обеспечением и интерфейсом с основными промышленными шинами. С другой стороны, в гидравлике еще имеются случаи применения централизованных насосных установок с нерегулируемым насосом, постоянно работающим с максимальным рабочим давлением, которое не зависит от наличия или отсутствия в данный момент полезной нагрузки на гидродвигателях. С позиций энергоэффективности такие системы уступают даже ременным аналогам, в которых потребляемая мощность снижалась при уменьшении нагрузок на шкивах. Таким образом, становится очевидным, что гидравлика имеет огромный потенциал для инноваций путем разработки индивидуальных и децентрализованных гидравлических структур. Под индивидуализацией здесь понимается создание приводов новой архитектуры, хорошо приспособленных для решения задач конкретного комплектуемого оборудования, прежде всего в аспектах энергоэффективности, функциональности и безопасности, тем более что для этого уже появилась весьма обширная элементная база.

1. ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЯ НАСОСОВ И НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ

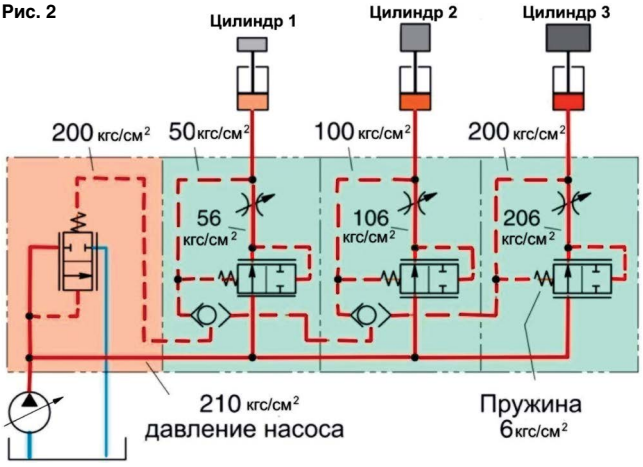
Основные преимущества приводов с объемным регулированием — достаточно высокая энергоэффективность, низкий уровень шума и ограниченное тепловыделение. Современные аксиально-поршневые насосы имеют до 30-ти различных механизмов управления, обеспечивающих оптимизацию их работы применительно к конкретным условиям эксплуатации [1]. Опережающее развитие получают энергосберегающие насосы с LS-регуляторами (чувствительностью к нагрузке). Они позволяют поддерживать постоянство перепада давлений Δp = 5 …10 кгс/см^2 на рабочей кромке управляющего гидрораспределителя или специального дросселя (возможно с пропорциональным электроуправлением), установленного в напорной линии. Поэтому в рабочем диапазоне подача насоса Q, л/мин стабилизируется на заданном уровне независимо от частоты вращения и нагрузки. При этом потери мощности минимальны ($P_{пот.} = \Delta p \cdot Q/612$ кВт) и насос «чувствует нагрузку» (повышает давление пропорционально росту нагрузки). При остановке гидродвигателя линия управления LS соединяется с баком, и давление в напорной линии уменьшается до Δp (**рис. 1**). Однако сказанное справедливо только для варианта питания гидроцилиндра от индивидуального насоса. В противном случае энергоэффективность гидропривода может существенно снизиться. Рассмотрим конкретный пример (**рис. 2**) [2], в котором от насоса с LS-регулятором реализовано питание трех гидроцилиндров с различными нагрузками. Через два логических клапана «ИЛИ» к регулятору насоса подведено максимальное давление 200 кгс/см^2 от цилиндра **3**. Можно легко показать в первом приближении, что если, например, расходы рабочей жидкости, поступающие в цилиндры **1** и **2**, составляют 20 л/мин, а в цилиндр **3** — 5 л/мин, из-за потерь мощности в регуляторах расхода цилиндров **1** и **2** КПД системы не будет превышать 0,43. А это далеко от совершенства, т. к. при наличии только одного цилиндра **3** эта величина составляла бы 0,97.

Рис. 1



Хорошие результаты энергосбережения дают гидроприводы, в которых основные исполнительные механизмы машины получают питание от индивидуальных нерегулируемых насосов или их секций, имеющих, в том числе, возможность изменения подачи методом частотного регулирования (изменение

Рис. 2



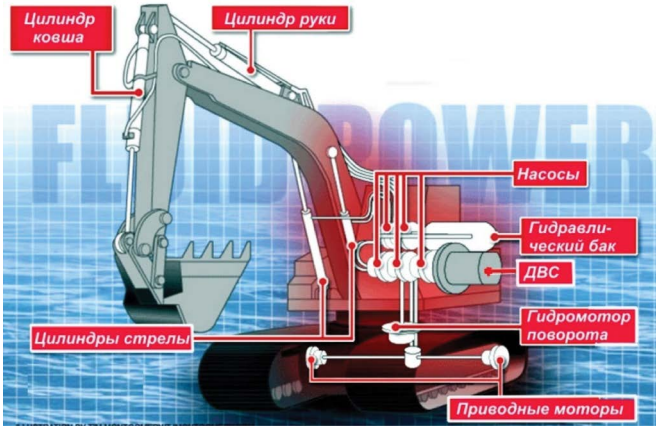


Рис. 3

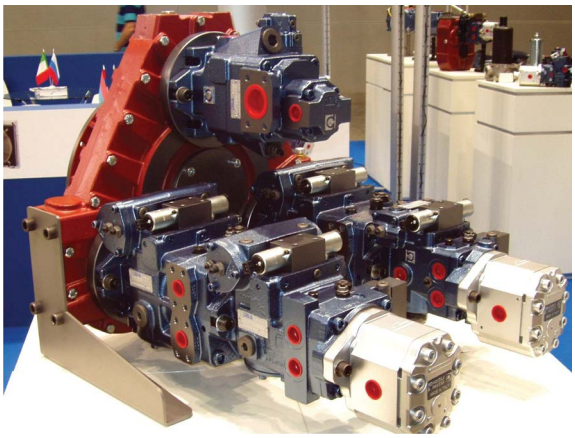


Рис. 4

частоты вращения насоса). Таким образом, в системе централизованного гидропривода с питанием от регулируемого насоса последний должен постоянно поддерживать максимальное давление, требующееся для любого из гидродвигателей в данном переходе цикла. А в новой версии это давление развивают лишь отдельные небольшие насосы привода той или иной конкретной функции. При этом возможны также рекуперация энергии без ее аккумулирования, разгрузка индивидуальных насосов с помощью гидрораспределителей с открытым центром или предохранительных клапанов, использование более экономичных трехлинейных регуляторов расхода и компенсаторов. В настоящее время фирма Caterpillar ведет интенсивные работы над повышением энергоэффективности своих машин возможно также с системой рекуперации на базе дополнительного мотор-насоса и пневмогидроаккумулятора. Как видно из **рис. 3**, в гидросистеме экскаватора установлены пять индивидуальных нерегулируемых насосов с общим приводом от ДВС.

Тенденция к индивидуализации насосов хорошо просматривается и в коробке отбора мощности асфальтоукладчика фирмы Bondioli & Pavesi, буквально увешанной «гроздьями» регулируемых аксиально-поршневых насосов и шестеренных насосов системы управления.

Современные насосные агрегаты (сервонасосы), например, фирмы Voith Turbo (**рис. 5**), с частотно-регулируемыми электродвигателями или сервомоторами, сочетающие высокий потенциал мощности гидравлики с энергоэффективностью электрических приводов, чаще всего комплектуются насосами, способными работать в 4-квадрантном режиме.

Это позволяет реверсировать поток при изменении направления вращения приводного вала. Также данная комплектация позволяет выполнять функции гидромотора с разнонаправленным вращением при попутной на-

Рис. 5

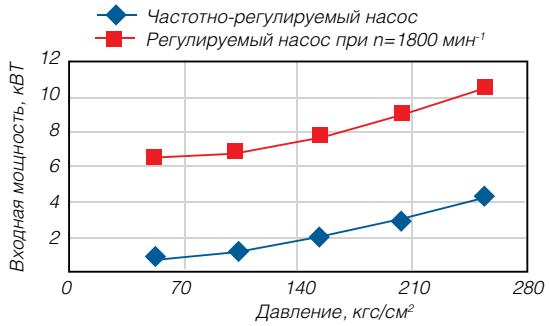


Рис. 6

Заказ справочника по телефону (812) 710-62-73

СПРАВОЧНИК «СТАНОЧНЫЕ ГИДРОПРИВОДЫ» 6-е издание

В издательстве «Политехника» (С-Петербург) вышла электронная версия 6-го издания справочника «Станочные гидроприводы» (автор Свешников В.К., объем 627 стр.).

По сравнению с 5-м изданием (2008 г.) материал сильно переработан и обновлен с учетом мировых достижений в развитии гидроприводной техники за период 2008...2014 гг. Существенно расширены сведения об импортной гидравлике (разумеется, не в ущерб отечественной номенклатуре). По каждому из компонентов приведены полные технические данные аналогов инофирм, наиболее авторитетных на российском рынке, включая основные параметры, габаритные и присоединительные размеры, расшифровки кодовых обозначений и особенности эксплуатации. Подробно описаны современные насосы и гидродвигатели, аппаратура, в том числе ввертного монтажа, новейшие аппараты связи с электронными системами управления, комплектные электрогидравлические приводы, приборы, кондиционеры рабочей среды и др., особое внимание уделено проблемам энергосбережения и снижения шума. В справочнике отражен современный мировой уровень развития промышленных гидроприводов.

Книга предназначена для специалистов-гидравликов, а также преподавателей и студентов втузов.

грузке в процессе рекуперации сервомотором энергии торможения или опускания груза без дросселирования потока, которое связано с потерями энергии и разогревом рабочей жидкости. Одновременно достигаются значительное повышение КПД и снижение шума особенно в периоды остановки под нагрузкой или движения на малой скорости. Если в системах с дросселирующими или пропорциональными гидрораспределителями насос потребляет значительную мощность для поддержания давления, даже в те периоды цикла, когда работа не выполняется, то сервомотор насосного агрегата в этом случае должен создавать только крутящий момент (не скорость) при существенно уменьшенном энергопотреблении. Поскольку в системах частотного регулирования одна и та же подача насоса может быть получена при различных сочетаниях частоты вращения и рабочего объема, в программном обеспечении появляется дополнительная степень свободы для повышения энергоэффективности даже по сравнению с наиболее интеллектуальными *p*/*Q*-регуляторами. На **рис. 6** показано сравнение энергопотребления регулируемого насоса во время выдержки под давлением при работе в обычном и частотно-регулируемом приводах [3]. Основой совершенства системы являются низкие моменты инерции сервомотора и насоса, что позволяет улучшить динамику. Сервонасосы Voith предлагаются как готовые решения, адаптированные к существующим системам управления. Причем давление и подача настраиваются индивидуально для конкретных данных цикла работы гидрофицированной машины. Типичные области применения — машины для пластмасс, литья под давлением и прессы. Возможность изменения параметров работы в режиме on-line обеспечивает хорошую адаптацию к концепции Industry 4.0.

К насосу предъявляются также дополнительные требования: возможно больший диапазон частот вращения и повышенное (~ до 3 кгс/см^2) допускаемое давление в дренажной линии. Всем этим требованиям наилучшим образом соответствуют шестеренные насосы внутреннего зацепления (минимальная частота вращения n_{min} = 100 … 200 мин$^{-1}$) и нерегулируемые аксиально- или радиально-поршневые насосы. Новый 4-квадрантный аксиально-поршневой насос с наклонным диском мод. A10FZG фирмы Bosch Rexroth способен развивать давление до 280 кгс/см^2 при n_{min} = 40 мин$^{-1}$ [5]. Серия QXEH шестеренных насосов внутреннего зацепления фирмы Bucher Hydraulics (**рис. 7**) рассчитана на надежную работу с постоянной или переменной скоростью. Наличие высокоточного зубчатого зацепления с ведущей вал-шестерней позволяет получить низкий уровень шума и пульсаций потока даже при работе на максимальном давлении 280 кгс/см^2, а отсутствие традиционных элементов компенсации — хорошую управляемость высокодинамичными процессами, в том числе при циклической нагрузке. Энергоэффективность насосов повышена благодаря сниженному внутреннему трению и оптимизации проточных каналов, симметричная конструкция с фиксированным полумесяцем без уплотнительных элементов гарантирует высокую эксплуатационную надежность. Для работы в двух- и четырехквадрантных режимах разработана специальная версия QXEM.

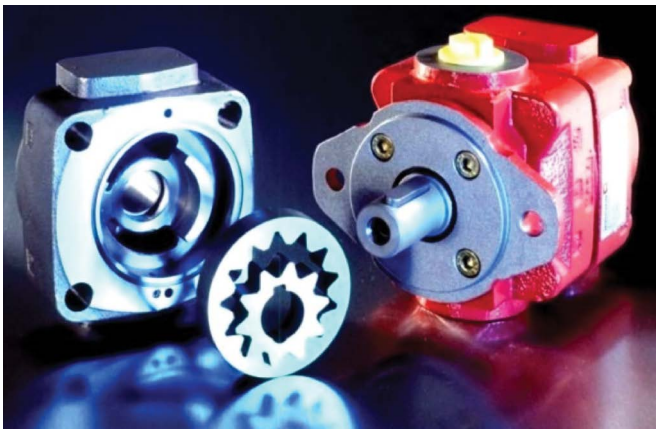


Рис. 7

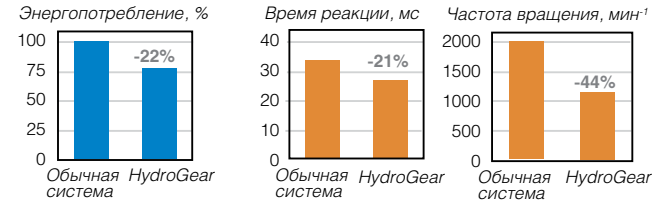


Рис. 8

Сочетание частотного принципа регулирования с объемным дает так называемую HydroGear систему, позволяющую получить более чем 20-процентную экономию энергии (**рис. 8**) [4].

2. АВТОНОМНЫЕ ЭЛЕКТРОГИДРОСТАТИЧЕСКИЕ ПРИВОДЫ

Доукомплектование описанного выше частотно-регулируемого насосного агрегата гидроцилиндром, гидроаппаратурой (возможно датчиками обратной связи) и компенсационным объемом, выполненным обычно в виде небольшого пневмогидравлического аккумулятора, позволяет создать так называемый автономный электрогидростатический привод (EHA), соединяемый с системами питания и управления только электрическими проводами. Надежное исключение наружных утечек дает возможность использований рабочей жидкости в течение всего срока службы, что практически исключает необходимость техобслуживания. Другими преимуществами являются значительное снижение шума, высокая энергоэффективность, возможность точного позиционирования, полная совместимость со стандартными шинами управления электромеханических приводов, легкость замены (принцип Plug&Play) и надежная защита от окружающей среды, а также полное соблюдение современных требований безопасности. Таким образом, в этих высокоинтеллектуальных устройствах удалось оптимально соединить преимущества электрической и гидравлической технологий, а также с помощью развитого программного обеспечения в полной мере удовлетворить индивидуальные требования каждого из потребителей. Несмотря на то, что EHA — сравнительно новое техническое решение, многие ведущие фирмы уже предлагают на рынке разнообразные промышленные исполнения. Последний вариант EHA фирмы Bosch Rexroth (**рис. 9**) подробно описан в работе [5] и содержит целый ряд инновационных решений, включая

Рис. 9

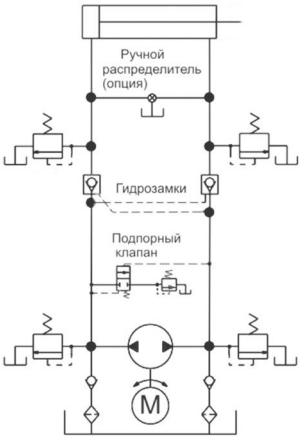


Рис. 10

Рис. 11

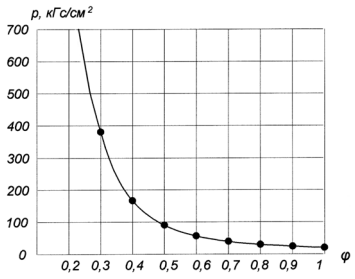


Рис. 12

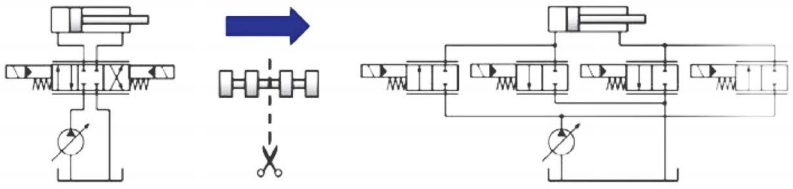


Рис. 13

систему частотного регулирования Sytronix [3], четырехквадрантный аксиально-поршневой насос, трехкамерный гидроцилиндр с возможностью переключения режимов движения (с обычного на дифференциальный) и герметичного запирания камер при остановке в промежуточном положении, датчики управляющей и диагностической систем, а также современное многофункциональное программное обеспечение.

Упрощенный вариант привода EHA фирмы Parker (**рис. 10**), развивающий усилие до 21 кН и скорость до 84 мм/с, предназначен в основном для мобильной техники и объединяет в едином конструктиве двигатель постоянного тока, реверсивный насос, гидроцилиндр, аппаратуру управления и бак, причем полностью герметичная гидросистема не требует никакого техобслуживания.

Вершиной автономности можно считать гамму электрогидравлических инструментов фирмы Edilgrappa для холодной прошивки отверстий в стальном листе или профиле толщиной до 12 мм (**рис. 11**). Здесь электродвигатель насоса высокого давления получает питание от встроенного в рукоятку литий-ионного аккумулятора, который может периодически подзаряжаться от сети ~220 В. Инструмент развивает усилие до 210 кН при собственной массе 14,7 кг, причем гидравлический возврат поршня исключает опасность заклинивания пуансона.

3. IM-ТЕХНОЛОГИИ

Четырехкромочные дросселирующие гидрораспределители (ДГР) и распределители с пропорциональным электроуправлением широко применяются в гидроприводах и обладают высочайшими статическими и динамическими характеристиками. Однако их существенный недостаток — низкая энергоэффективность. Максимум отдаваемой мощности в этих аппаратах достигается при потере 1/3 подводимого давления на дросселирующих рабочих кромках золотника. При движении рабочего органа неизбежен перепад давлений $\Delta p_{вх}$ на входной кромке, определяющий расход жидкости через эту кромку и, следовательно, скорость движения. Для симметричного цилиндра на выходной кромке имеется аналогичный перепад давлений, мешающий движению. При торможении инерционной массы мы прикрываем выходную кромку, но входная все еще открыта, что увеличивает движущую силу и препятствует торможению. Для несимметричных цилиндров с коэффициентом соотношения площадей штоковой и поршневой камер $\varphi = A_{шт.}/A_{поршн.}$ эти «энергетические абсурды» значительно возрастают. Поскольку существующие методы снижения и стабилизации потерь давления на кромках золотника (трехлинейные компенсаторы давления, LS-регуляторы насосов) относятся к входным кромкам, потери на выходных остаются как бы «в тени» и зачастую являются причинами снижения энергоэффективности. Установлено [6], что зависимость суммарных потерь давления $p = \Delta p_{вх.} + \Delta p_{вых.}$ на дросселирующих кромках имеет вид, показанный на **рис. 12** (втягивание штока без нагрузки при $\Delta p_{вх} = 10$ кгс/см^2). Возникает вопрос: «А что, если выходную кромку открывать больше, чем входную, т. е. раздельно регулировать открытие кромок?», эта идея была предложена проф. Jürgen Weber (Технический университет Дрезден). В развитие темы в сентябрьском номере журнала Ö+P 2015 г. появилась статья автора Giacomo Kolks из того же университета с весьма красноречивым рисунком (**рис. 13**).

Автор предлагает замену классического четырехкромочного ДГР четырьмя двухлинейными аппаратами (возможно двумя трехлинейными), что, несмотря на определенное усложнение конструкции, обеспечит, по его мнению, экономию до 63% энергии и одновременно гибкую индивидуализацию под конкретную задачу потребителя. Такое решение получило название IM-технологии (IM — individual metering).

Интересно отметить, что подобные работы выполнялись ранее в ЭНИМСе [6], где была разработана конструкция пропорционального гидрораспределителя с задающими шаговыми электродвигателями (ШД), построенного по IM-технологии (**рис. 14**).

Аппарат состоит из корпуса **11**, гильзы **12**, двухкромочных золотников **13**, крышек **1**, шаговых электродвигателей **9**, фланцев **7**, эксцентриков **6**, винтов **3** и **4**, возвратных пружин **2**, подшипников **5** и **15**, манжет **8**, маховичков **10** и пробки **14** сливной линии. В нейтральной позиции, настраиваемой регулировкой винтов **3** и **4**, золотники удерживаются пружинами **2**. При повороте шаговых электродвигателей на угол до ± 45° (ограничен стопором) эксцентрики **6** через подшипники **15**, расположенные в поперечных пазах золотников **13**, смещают последние в осевом направлении, сжимая пружины **2**. Каждый из золотников соединяет линии подключения гидродвигателя *A* и *B* с напорной *P* или сливной *T* ли-

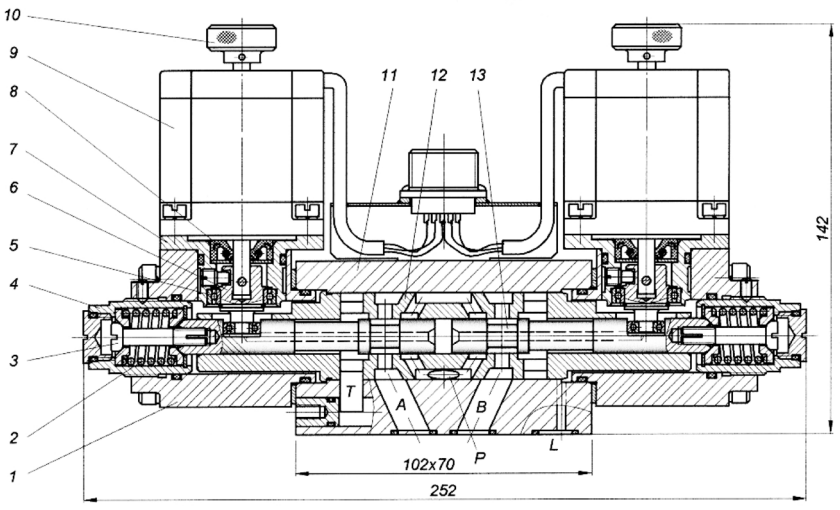


Рис. 14

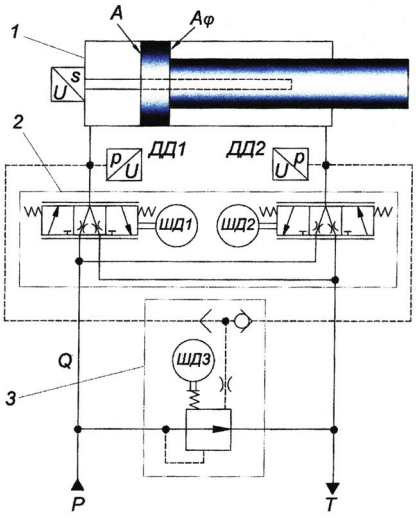


Рис. 15

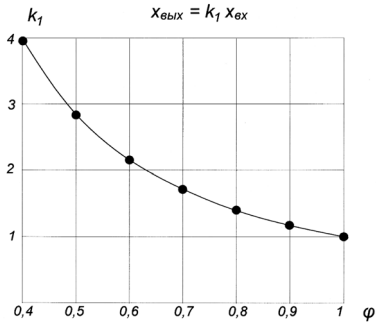


Рис. 16

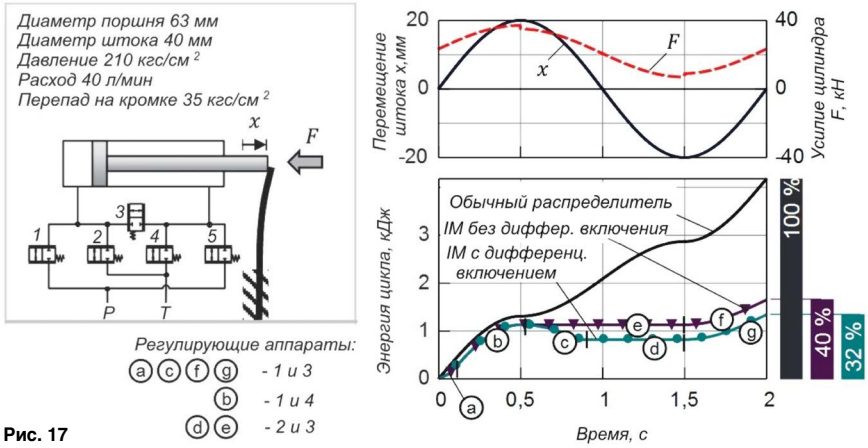


Рис. 17

нией, обеспечивая движение гидродвигателя в соответствующем направлении со скоростью, определяемой углом поворота вала ШД. При отключении ШД (аварийном или штатном) развиваемый им крутящий момент падает, и золотник пружинами устанавливается в нейтральную позицию, соответствующую остановке гидродвигателя. Гидрораспределитель имеет условный проход D_y = 10 мм по ISO 4401.

Один из возможных вариантов схемного решения гидропривода показан на **рис. 15**. Соединение камер цилиндра **1** с линиями *P* и *T* через аппарат **2**, содержащий два двухкромочных золотника с индивидуальными приводами, позволяет получить любое заданное программой соотношение открытий рабочих кромок с целью достижения максимальной энергоэффективности. Также это обеспечивает возможность реализации дифференциального включения цилиндра путем одновременного соединения его рабочих камер с линией *P*, причем возврат к обычной схеме включения возможен непосредственно в процессе движения штока вправо после соединения штоковой камеры с линией *T*. Для реализации ручных наладочных перемещений рабочего органа возможно одновременное соединение обеих камер с линией *T*. Оптимальное соотношение открытий дросселирующих кромок можно обеспечивать автоматически путем установки датчиков давления *ДД1* и *ДД2*, а перепад давлений на входной кромке регулировать путем изменения установки трехлинейного компенсатора давления **3**. Расчетным путем определена зависимость коэффициента k_1 требуемого увеличения открытия выходной кромки при втягивании штока дифференциального цилиндра в функции коэффициента φ (**рис. 16**). В качестве примера энергосбережения рассмотрен гидропривод с цилиндром (диаметр поршня 80 и штока — 56 мм), совершающим рабочий ход со скоростью 0,2 м/с и нагрузкой 40 кН, точное позиционирование и обратный ход со скоростью 0,4 м/с без нагрузки. Установлено, что применение IM-технологии позволило сократить потери мощности на 35 %.

В работе [7] исследован гидропривод более сложной структуры. Машина для испытаний на усталостную прочность консольно закрепленной балки (**рис. 17**) содержит гидроцилиндр с управлением от пяти двухлинейных гидрораспределителей 1 … 5, причем пары аппаратов 1–2 и 4–5 соединяют камеры цилиндра с напорной *P* или сливной *T* линиями, а аппарат **3** реализует дифференциальное включение. Основные параметры гидропривода и режим колебаний (частота 0,5 Гц) показаны на рисунке. В процессе движения в точках *a*, *c*, *f* и *g* цикла потоки регулируются аппаратами **1** и **3**, в точке *b* — аппаратами **1** и **4**, а в точках *d* и *e* — аппаратами **2** и **3**. Анализ энергопотребления в цикле показал, что при использовании IM-технологии оно снижается на 60 % или на 68 % с применением дифференциального включения.

Разработчики IM-систем сталкиваются с новыми проблемами индивидуализации проектов. По-существу

это дополнительные степени свободы, позволяющие программными средствами решать задачи оптимизации в основном в направлении энергосбережения. Вместе с тем требуется большое количество высококачественных гидроаппаратов, что увеличивает стоимость. Несмотря на то что влияние характеристик аппаратов и архитектуры системы на совершенство и доступность новых IM-технологий до сих пор детально не проанализированы, уже имеется успешный опыт их применения в реальных машинах (упаковочных картонных прессах, мобильных экскаваторах, системах рулевого управления тяжелых тракторов и др.) [4].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие техники ставит перед гидравликами новые масштабные задачи. Разработчики насосных агрегатов будут в ближайшем будущем сталкиваться с проблемами дальнейшего увеличения плотности мощности. За последние 20 лет этот один из основных параметров гидропривода практически остался без изменений в основном из-за ограниченной доступности внутренних процессов, происходящих в насосах. Увеличение частоты вращения позволяет уменьшить массу насосов и гидромоторов, однако здесь возникают серьезные проблемы кавитации и ресурса. Постоянно развивающиеся программные продукты моделирования позволяют визуализировать эти процессы и принять контрмеры, а также снизить шум и пульсации давления за счет конструктивной оптимизации, подбора материалов и использования систем активного демпфирования на базе быстродействующих гидроаппаратов. По-прежнему достаточно актуальны проблемы повышения КПД, улучшения трибологии трущихся пар, совершенствования рабочих жидкостей и оборудования для их кондиционирования. Остается широкое поле для исследования путей улучшения динамики, которая должна приближаться к динамике систем дроссельного управления. И главное — максимальное внимание разработчики гидроприводов должны уделять тщательному изучению технических особенностей каждой конкретной гидрофицированной машины, т. е. индивидуализации своих технических решений.

Будущее гидроприводов в значительной степени зависит от способности их успешной адаптации к новым технологиям, построенным на базе высокоинтеллектуальных электронных систем управления.

Владимир Константинович Свешников, к. т. н., ЭНИМС

Литература

1. Станочные гидроприводы: Справочник/В. К. Свешников. — 6-е изд. перераб. и доп. — СПб.: Политехника, 2015. — 627 с.
2. Гидрооборудование мобильных машин. Parker Hannifin Corporation. — 2010. — 344 с.
3. Binversie A., Stavrov P. Bosch Rexroth Corp. Частотное регулирование — революция в гидравлике//Конструктор. Машиностроитель. — 2015. — № 5. — С. 32–34.
4. Novel System Architectures by Individual Drives. Prof. Dr.-Ing. Jürgen Weber и др. — Technische Univtrsität Dresden; Dipl.-Ing. Johannes Willkomm — Bosch Rexroth. — 2016.
5. Свешников В. К. (ЭНИМС), Сонных М. В. (Bosch Rexroth). Автономные электрогидростатические приводы//Конструктор. Машиностроитель. — 2016. — № 4. — С. 34–41.
6. Свешников В. К. Повышение энергоэффективности приводов с дросселирующими гидрораспределителями//Гидравлика. Пневматика. Приводы. — 2016. — № 1. — С. 17–19.
7. Giacomo Kolks. Efficient industrial hydraulic drives through independent metering using optimal operating modes//10 Internationales Fluidtechnisches Kolloquium. Dresden 8–10 März/2016.

МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

СТАНКОСТРОЕНИЕ

10-13 октября 2017

Крокус Экспо, Москва

При поддержке:
Министерства Промышленности и Торговли Российской Федерации
Торгово-промышленной Палаты Российской Федерации
Московской торгово-промышленной Палаты
Союза машиностроителей России

МИНПРОМТОРГ РОССИИ

СОЮЗ МАШИНОСТРОИТЕЛЕЙ РОССИИ

ТПП РФ

МОСКОВСКАЯ торгово-промышленная палата

- Металлообрабатывающее оборудование
- Обработка листового металла
- Кузнечно-прессовое оборудование
- Трубогибочное оборудование
- Инструмент и оснастка
- Сварочное оборудование
- Робототехника и системы чпу
- Измерительная техника
- Термообработка
- Литейное производство
- Деревообрабатывающее оборудование

Выставка«3d. Аддитивные технологии»

Организатор выставок:

Райт Солюшн

Верное решение для вашего бизнеса!

+7(495) 988-27-68

www.stankoexpo.com

25-28 АПРЕЛЯ 2017
18-я международная
выставка-конгресс по сварке, резке
и родственным технологиям
СВАРКА / WELDING 2017
СВАРКА
ЭКСПОФОРУМ | ПАВИЛЬОН Н
Санкт-Петербург
Петербургское шоссе, 64/1
тел. +7 (812) 240 40 40, доб. 2152, 2153
ufi Approved Event
12+
WWW.WELDING.EXPOFORUM.RU
ОРГАНИЗАТОР
EXPOFORUM
ГЕНЕРАЛЬНЫЙ МЕДИАПАРТНЕР
ПАРТНЕРЫ ВЫСТАВКИ
ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР
Мир сварки

НОВОЕ МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ!
25-27 апреля 2017
Екатеринбург, Уральский центр развития дизайна, ул. Горького 4а
Организаторы форума:
XII Научно-промышленный форум «ТЕХНИЧЕСКОЕ ПЕРЕВООРУЖЕНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ РОССИИ»
XII Специализированная выставка
СТАНКОСТРОЕНИЕ
ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ
РОБОТОТЕХНИКА - 2017
При поддержке:
ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ!
Тел/факс: (343) 355-01-42 (46, 49) e-mail: olga@unexpo.ru, http://www.unexpo.ru

14-17 ноября 2017

Москва, ВДНХ, павильон 75

23-я Международная промышленная выставка

Поддержка:

Минпромторг России

Организатор:

Металл Экспо

Металл Экспо'2017

Металлопродукция и металлоконструкции для строительной отрасли
МеталлСтройФорум'2017

Оборудование и технологии для металлургии и металлообработки
МеталлургМаш'2017

Транспортные и логистические услуги для предприятий ГМК
МеталлТрансЛогистик'2017

www.metal-expo.ru

Оргкомитет выставки:
тел./факс +7 (495) 734-99-66

Генеральный информационный партнер:

Специализированный журнал **Металлоснабжение и сбыт**

Ежегодный выставочный аудит с 2006 г.

23–26.10.2017

ТЕХНОФОРУМ

ЭКСПОЦЕНТР

Организаторы:

ЭКСПОЦЕНТР МОСКВА

Российская Ассоциация производителей станкоинструментальной продукции «Станкоинструмент»

При поддержке
Министерства промышленности
и торговли РФ

Под патронатом
Торгово-промышленной палаты РФ

Международная специализированная выставка «Оборудование и технологии обработки конструкционных материалов»

**Россия, Москва,
ЦВК «Экспоцентр»**

www.technoforum-expo.ru

Реклама 12+

20-я Международная выставка оборудования для обработки листового металла, труб и производства металлоизделий

mashEX MOSCOW

24–26 октября 2017 года

Москва, МВЦ «Крокус Экспо»

- Оборудование для обработки листового металла и труб
- Оборудование для резки и штамповки листового металла
- Линии и оборудование для профилирования листового металла
- Металлорежущие станки, кузнечно-прессовое оборудование и инструмент
- Оборудование для промышленной окраски и лакокрасочные материалы

Забронируйте стенд на сайте www.mashex.ru

Более 13 000 посетителей - представители предприятий машиностроительной, металлургической, авиационно-космической, строительной, нефтегазовой отрасли, энергетики и других отраслей.

Одновременно с Mashex Moscow:

Testing&Control · PCVEXPO · POWER ELECTRONICS · NDT RUSSIA · Expo Coating MOSCOW

ITE

Организатор
Группа компаний ITE
+7 (499) 750 08 28
mashex@ite-expo.ru

ООО «ПромТехСервис»

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

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

Адрес: г.Москва, ул.Зорге, 31

Контактные телефоны:

495 6680701, 495 6680702, Факс 495 363 07 97

8 9152070661, 8 9160445624

info@promtehservic.com, promtehservic@yandex.ru, prom@promtehservic.com

www.promtehservic.com

аддитивные технологии

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»).

additivetechnologies
additive_technologies

e-mail: info@additiv-tech.ru
тел. (499) 55-9999-8