РЕМОНТ ИННОВАЦИИ РИТМ ТЕХНОЛОГИИ МОДЕРНИЗАЦИЯ

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ЖУРНАЛ №7 (55) 2010

сентябрь

- Новые технологии в области финишной обработки
- Литье каркасных и ячеистых металлических конструкций
- Уникальные возможности систем с маломощными волоконными лазерами
- Сварочное оборудование – важно не ошибиться с выбором
- Кислородная резка сталей больших толщин – внимание к технологии
- Практика балансировки крупногабаритных роторов
- Настоящее и будущее твердосплавного инструмента

ИННОВАЦИОННЫЙ РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ
ДЛЯ ВСЕХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ООО "ТеоТек РУС"
Тел.: +7 (495) 662-57-07 E-mail: sales@taegutec.ru
Web: www.taegutec.ru

TaeguTec

# Машиностроительное объединение Нелидовские заводы

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

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

## ЗАО "НелидовПрессМаш"

НЕЛИДОВСКИЙ ЗАВОД ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРЕССОВ
ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

Прессы гидравлические

Ножницы гильотинные

Прессы штамповочные

Прессы листогибочные

Машины листогибочные

Машины листогибочные
3-х валковые

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

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

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

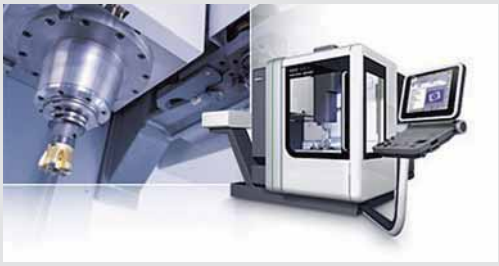
# R • E • G - Восток
**Привод Энергия Автоматизация**

## R • E • G – авторизованный дилер DMG / Gildemeister

R • E • G уже давно поставляет восстановленные станки компании DMG в Россию. Но поставка нового оборудования непосредственно от производителя была до сих пор невозможна.

### Мы рады сообщить Вам следующее:

- С 16.07.2010 R • E • G может обеспечивать в качестве авторизованного **дилера DMG всеми новыми станками компании Gildemeister** на тех же условиях, как работают дочернии филиалы DMG в России.
- R • E • G проводит на станках DMG, а так же и на всех других станках с ЧПУ, все необходимые работы по **обслуживанию, сервису, ремонту и/или восстановлению** - как на объектах заказчиков, так и в рамках собственной сервисной службы в г. Кургане.
- R • E • G быстро и точно поставляет все необходимые **запасные части** к станкам, приобретенным через REG или к станкам, которые обслуживает или ремонтирует/восстанавливает сервисная служба R • E • G.



### Предложение R • E • G:

- Мы поставляем станки Gildemeister в кратчайшие сроки и с самыми высокими скидками.
- Все запасные части для станков, поставляемых или обслуживаемых и ремонтирующихся R • E • G, поставляются в кратчайшие сроки (даже для более старых моделей).
- Цены на сервисное обслуживание и ремонт любого станка четко просчитаны и поэтому весьма привлекательны.

**Проверьте нас!**


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

Тел.: +49 7221 972 10 0
Факс: +49 7221 972 10 29
E-Mail: info@reg-ag.de
www.reg-ag.de

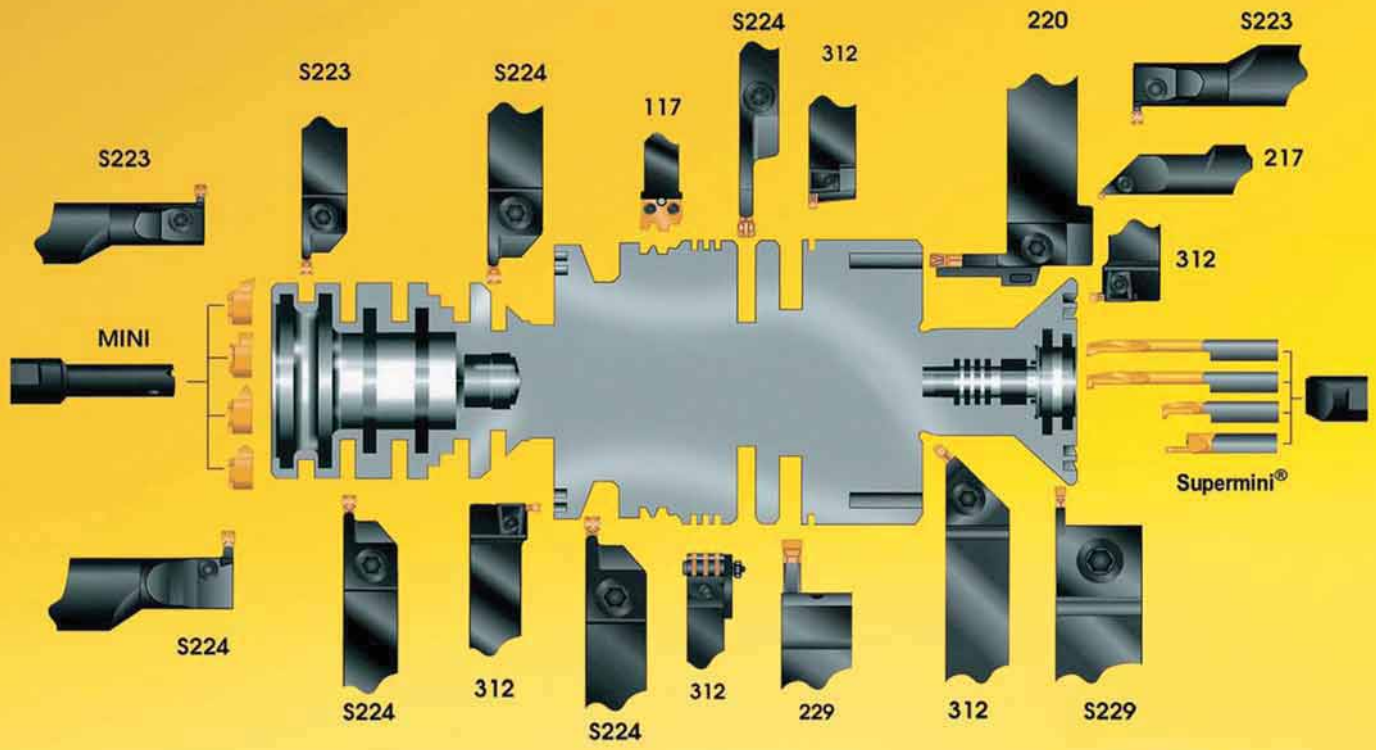
***Представительство R • E • G AG***
ул. Красноармейская 1/205
РФ-443010 г. Самара

Тел.: +7 846 993 67 22
Факс: +7 846 993 67 21
Моб.: +7 927 606 20 68
russia@reg-ag.com
www.reg-ag.ru

***R • E • G Восток Екатеринбург ООО***
ул. Машинная 42а
РФ-620089 Екатеринбург

Тел.: +7 343 222 52 24
Факс: +7 343 222 52 24
Моб.: +7 922 133 31 18
v.burunov@reg-ag.com
www.reg-ag.ru

# HORN – ЛИДЕР В ОБРАБОТКЕ КАНАВОК




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

**HORN – ВЕРШИНА ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ**

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

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

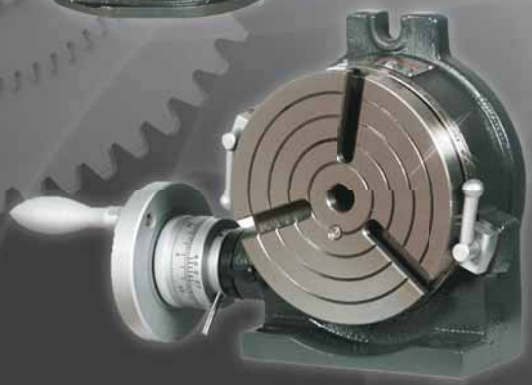
Головной офис • **Санкт-Петербург** • Россия, 191119, г. Санкт-Петербург, ул. Марата, 82. **Тел.:** (812) 448-6334, **факс:** (812) 448-6335. **E-mail:** office@intercos-tooling.ru
Филиал • **Москва** • Россия, 119285, г. Москва, Воробьевское шоссе, 6, оф. 36. **Тел./факс:** (495) 617-1137. **E-mail:** NBalashko@intercos-tooling.ru
Филиал • **Пермь** • Россия, 614007, г. Пермь, ул. Н.Островского, 59/1, оф. 701. **Тел./факс:** (342) 211-5027. **E-mail:** ASedelnikov@intercos-tooling.ru
Филиал • **Екатеринбург** • Россия, 620026, г. Екатеринбург, ул. Народной Воли, 65, оф. 311. **Тел./факс:** (343) 253-1031. **E-mail:** PGlazyrin@intercos-tooling.ru
Филиал • **Ижевск** • Россия, 426000, г. Ижевск ул. Холмогорова, 15, офис 503. **Тел./факс:** (3412) 933-907. **E-mail:** YPanteleev@intercos-tooling.ru
Филиал • **Владимир** • Россия, 600020, г. Владимир ул. Большая Нижегородская, 34-б, офис 119. **Тел.** +7 (4922) 47-11- 59. **E-mail:** IGuseinov@intercos-tooling.ru

# МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ

ГРУППА STANKO
OPTIMUM MASCHINEN GERMANY
ОФИЦИАЛЬНЫЙ ЭКСКЛЮЗИВНЫЙ БИЗНЕС-ПАРТНЕР

- Сверлильные станки
- Фрезерные станки
- Токарные станки
- Станки с ЧПУ
- Листогибы
- Ленточнопильные станки

**OPTIMUM®**
MASCHINEN - GERMANY



*344064, г.Ростов-на-Дону, ул.Вавилова, 67*
*тел: (863) 246-69-85, 247-30-80, 247-40-70*
*тел/факс: (863) 277-95-78*

*www.uss-stanko.com* *e-mail:mail@uss-stanko.com*

# СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS


НОВОСТИ / NEWS 6

МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ / METALCUTTING EQUIPMENT 10

Чистовая обработка: современные технологии
Finishing: modern technology 13

Высокопроизводительное фрезерование в новом измерении
High-performance milling in a revised Framework 19

Балансировка крупногабаритных роторов – обязательная часть техпроцесса
Balancing of large-sized rotors – an obligatory part of technological process 20

Литье по газифицируемым моделям – технология настоящего и будущего
Casting by gasified models - technology of the present and the future 24

ТЕРМООБРАБОТКА И СВАРКА / HEAT TREATMENT AND WELDING 28

Какое сварочное оборудование считать профессиональным?
What kind of welding equipment is considered as professional? 31

Новый автоматизированный комплекс для цементационных шахтных электропечей
The new automated system for the electric pit-type heating furnace for carburization 34

Алгоритм выбора установки для резки металла
Algorithm of a choice of the installation for metal cutting 40

Кислородная резка сталей больших толщин: выбор оптимальной технологии
Oxygen cutting of the large thicknesses steels: the choice of optimal technology 42

Ручные резаки инжекторного типа для кислородной резки стали: оптимальная конструкция, технологические возможности
Hand injection torches for oxygen cutting-off of the large thickness steel sheets: optimal design, technological opportunities 46

ЛАЗЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ / LASER EQUIPMENT 49

Новые возможности систем для лазерной маркировки и микрообработки с маломощными волоконными лазерами
New possibilities for laser marking and a woodworking with low-power fiber lasers 51

Комплексы для гравировки плоских и криволинейных поверхностей
Complexes for engraving of a flat and curvilinear surfaces 54

Комплексы лазерного раскроя металла
Complexes of laser cutting of metal 55

ИНСТРУМЕНТ. ОСНАСТКА. КОМПЛЕКТУЮЩИЕ / TOOL. RIG. ACCESSORIES. 56

Датчики перемещения российского производства
Displacement sensors of Russian production 59

Комплексное инструментальное оснащение станков
Integrated tooling of a machine-tools 60

Развитие твердосплавного инструмента – залог прогресса
Development of the carbide tools - progress's guarantee 62

ВЫСТАВКИ / EXHIBITIONS 66



ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР
**Ольга Фалина**

ИЗДАТЕЛЬ
**ООО «МедиаПром»**

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
**Мария Копытина**

ВЫПУСКАЮЩИЙ РЕДАКТОР
**Татьяна Карпова**

РЕДАКТОР
**Мария Дмитриева**

ДИЗАЙН-ВЕРСТКА
**Василий Мельник**

МЕНЕДЖЕР ПО РАСПРОСТРАНЕНИЮ
**Елена Ерошкина**

МЕНЕДЖЕР ПО РАБОТЕ С ВЫСТАВКАМИ
**Ольга Городничева**

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

КОНСУЛЬТАНТ
**К.Л. Разумов-Раздолов**

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

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

Тираж 10 000 экз.

Распространение 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.



Предприятие основано Херманом Вайлером
GDW
Werkzeugmaschinen Herzogenaurach GmbH

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

ТОКАРНЫЕ СТАНКИ ПОВЫШЕННОЙ ТОЧНОСТИ
фирмы «GDW» (Германия)

300 CS

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

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

350 CNC

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

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

LZ 280 S

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

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

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

SWF KRANTECHNIK

# Страх перед ненадежным краном ВБИ?

## … не у SWF Krantechnik!

### Надежность комплектующих немецкого производства.

**SK Ex**
с электрической тележкой
г/п до 5 т

- Максимальная безопасность в эксплуатации
- Оптимальное использование пространства
- Возможность многообразного применения
- Г/п до 80 т
- ATEX 94/09/EG

**Преимущество: Максимальная производительность при максимальной безопасности**

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

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

Мы сертифицированы по ГОСТу, ISO и ATEX!

**Look ahead!**

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

## *Уважаемые машиностроители! Дорогие друзья!*

От имени Союза машиностроителей России и от себя лично искренне и сердечно поздравляю Вас с нашим профессиональным праздником – Днем машиностроителя!

В этот праздничный день есть прекрасный повод высказать слова глубокого уважения и благодарности всем машиностроителям, – великим труженикам и истинным патриотам России, созидающим своим трудом экономический и оборонный потенциал страны!

Благородные традиции нашей профессии складывались в годы индустриализации, укреплялись в период Великой Отечественной войны и послевоенного восстановления экономики, сохраняются и развиваются нынешним поколением машиностроителей.

Вас всегда отличали высокая ответственность не только за порученное дело, но и за судьбу Родины, творческое отношение к труду, способность найти решения самых сложных задач.

Это особенно важно сейчас, когда стратегический курс России нацелен на модернизацию и инновационное развитие. Когда перед нами стоят сложные и масштабные задачи по технологическому и инфраструктурному перевооружению реального сектора экономики, формированию нового инновационного инженерно-технического поколения, обеспечения конкурентоспособности России в глобальном мире.

Во имя этого Союз машиностроителей России как мощное и влиятельное общероссийское объединение настойчиво объединяет усилия государства, общества, деловых кругов всех регионов страны.

Мы уверены, наши совместные действия и взаимная поддержка обеспечат успешное развитие российского машиностроения в интересах достойного будущего нашей Отчизны.

Желаю вам, дорогие друзья, успехов в деле развития отечественного машиностроения, уверенности и решимости в достижении поставленных целей, счастья, здоровья и личного благополучия! Новых вам трудовых свершений во благо России!

**Председатель Союза машиностроителей России**
**С. В. Чемезов**

# ТУЛЬСКИЕ КОНТРАКТЫ

28 октября в Туле пройдет межрегиональная «Биржа субконтрактов» – серия подготовленных переговоров представителей малых, средних и крупных производственных предприятий по вопросам изготовления и поставки изделий, узлов, комплектующих.

Организаторами «Биржи субконтрактов» выступают Межрегиональный Центр промышленной субконтрактации и партнерства, Тульский Центр субконтрактации и партнерства, при участии НП «Национальное Партнерство развития субконтрактации», территориальных торгово–промышленных палат, региональных центров субконтрактации.

На Бирже будут представлены заказы по следующим направлениям: токарная, фрезерная обработка металлических изделий, координатно-расточные работы, изготовление нестандартного оборудования, литье черных и цветных металлов, холодная листовая штамповка, лазерная/плазменная резка и раскрой листового металла, разработка и изготовление технологической оснастки, производство электронных компонентов, узлов и блоков, электротехника, литьё пластмасс, нанесение покрытий и другое.

Переговоры на «Бирже субконтрактов» проводятся напрямую, без посредников. Участники имеют возможность заранее ознакомиться с перечнем производственных заказов и требованиями Заказчика. Благодаря этому переговоры проходят как никогда предметно и результативно.

Биржа в Туле проводится уже не в первый раз, и опыт прошлых лет обнадеживает. Так, в 2009 году мероприятие посетили более 210 промышленных предприятий из 25 регионов России, переговоры вели 14 заказчиков, общая сумма заказов составила более 160 млн. руб.

**Межрегиональный Центр промышленной субконтрактации и партнерства**
**Тел./Факс: (495) 234-53-76**
**E-mail: subcontract@binec.ru**
**www.subcontract.ru**

специализированные выставки
20-22 октября 2010
МАШИНОСТРОЕНИЕ. СТАНКИ. ПРИБОРЫ. ИНСТРУМЕНТЫ.
ПРОМОБОРУДОВАНИЕ. СКЛАД. ЛОГИСТИКА.
СВАРКА - 2010.

ОАО "Тюменская ярмарка"
Адрес: Россия, 625013, г. Тюмень, ул. Севастопольская 12, Выставочный зал
Тел: (3452) 48-55-21, 48-53-33
E-mail: fair19@bk.ru, www.expo72.ru

ИНЖЕНЕРНЫЙ КЛУБ
2010
14 октября
«ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНЖИНИРИНГЕ И МЕНЕДЖМЕНТЕ КАК НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВ»
ЗАЯВКИ ПРИСЫЛАТЬ НА info@enginclub.ru
«Инженерный Клуб»
Россия, 190103, Санкт-Петербург, ул. Циолковского, 10-А
Тел./факс: +7(812)655-09-13.
Моб.: +7(911)121-05-78
E-mail: biryukova.l@enginclub.ru
www.enginclub.ru

BI-MU является одной из самых больших отраслевых выставок с национальной организацией. Выставка является яркой витриной всего производственного сектора: станки по обработке и резке, роботы, автоматизация, вспомогательные технологии. Выставка собирает в себе все самые передовые предложения по компоновке и обработке и самые последние достижения в области сварки, сборки, пресс-форм и отделки. Мероприятие проходит в помещении fieramilano, которое является примером современного стандарта для мировых выставок: размеры, удобное использование помещений, технологическое оснащение, доступность, комфортность. Двадцать седьмая выставка BI-MU, которая пройдет с 5 по 9 октября 2010 года, является важным событием для операторов обрабатывающей промышленности со всего мира. Важность мероприятия подтверждают "цифры" предыдущей выставки 2008 года: 1.810 компаний, из которых 794 из 31 зарубежной страны; выставочная площадь более 72.000 квадратных метров; стоимость около 4.000 станков, которые выставлялись на отрезке в 22 км, составляла 400 млн. Евро; 96.411 посетителей, 5.481 из которых прибыли в Милан из 77 зарубежных стран.

СТАНКИ ПО ОБРАБОТКЕ
СТАНКИ ПО РЕЗКЕ
РОБОТЫ
АВТОМАТИЗАЦИЯ
ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

27 bimu

НУЖНАЯ ВЕЩЬ В НУЖНОМ МЕСТЕ
fieramilano 5-9/10/2010

FIERA MILANO

**Организатор**: ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСТАВОК ПО ОБОРУДОВАНИЮ АО
**Представленная**: UCIMU-СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА
**Для информации**: ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР UCIMU АО
улица Фулвио Тести 128, 20092 Чинизелло Бальзамо МИЛАН (Италия) - тел. +39 02 262 551, телефакс +39 0226 255 214/349, bimu.vista@ucimu.it
**Центральный офис**: Вход с ворот Est e Ovest (Восток и Запад)
**Дата**: со вторника 5 по субботу 9 октября 2010 года
**Расписание**: с 9.30 до 18.00
**Вход**: билет на день € 12 (дает право также на посещение SFORTEC); бесплатно, после предварительной регистрации Online в указанном порядке
**Каталог 27.BI-MU/SFORTEC**: € 20, доступен на территории выставки

В связи с событием
SFORTEC
27.BI-MU включает
МИР СВАРКИ
ANASTA
МИР СБОРКИ
МИР ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ
QUALITY BRIDGE

www.bimu-sfortec.com
- ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ РЕГИСТРАЦИЯ
на бесплатный билет
(Условия указаны on line!)
- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СПИСОК
- ПРОГРАММА QUALITY BRIDGE
- КАТАЛОГ УЧАСТНИКОВ ВЫСТАВКИ
- ПРЕЗЕНТАЦИЯ SFORTEC
- ВСЯ ИНФОРМАЦИЯ
ПОСТОЯННО ОБНОВЛЯЕТСЯ
ДЛЯ ЛУЧШЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ
ВИЗИТА НА ВЫСТАВКУ

PROTH
PRECISION SURFACE GRINDER
31st ANNIVERSARY
Simple is the Best
PROTH INDUSTRIAL CO., LTD. WWW.PROTH.COM.TW E-MAIL: SALES@PROTH.COM.TW

# ММГАС В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

**С 19 по 24-е июля прошла 8-я серия объединенных выездных сессий-симпозиумов «Двух столиц», организованная Московской межотраслевой ассоциацией главных специалистов ММАГС. Участники посетили заводы и НИИ, не имеющие аналогов в Москве и Подмосковье, но представляющие интерес для Московской научной и инженерной общественности своими технологиями, организацией производства, научными и прикладными разработками.**

Среди них:

- **«Центр технологии судостроения и судоремонта»** - оригинальные проекты судостроительных и судоремонтных предприятий, технологии утилизации кораблей и судов с ядерными энергетическими установками; проекты научно-исследовательских и промысловых судов. Не имеющие аналогов газоплазморезательные раскройные машины, станки для минисилового бесштампового ротационно-локального деформирования с образованием сложных поверхностей из стального листа толщиной до 20 мм, РТК для пространственной газоэлектрической сварки судовых конструкций и другое.
- В обязательное посещение входил **Балтийский Судостроительный завод** – крупнейшее в Европе полностью автоматизированное заготовительное производство с автоматической подачей листа и профиля под газоплазморезательный раскрой и автоматическую маркировку деталей. Заготовительное производство БССЗ выполняет заказы и других судостроительных заводов Санкт-Петербурга и области.
- **Судостроительная фирма «Алмаз»** и **Морской завод «Алмаз»** встретили гостей полной загрузкой в 3-и смены всех стапелей и эллингов, где производились сборка и сварка мало- и среднетоннажных судов. Эти предприятия перерабатывают большие объемы алюминиевых судовых конструкций, включая алюминиевые корпуса быстроходных патрульных катеров для полиции и береговой погранохраны.
- С полной загрузкой работает и заготовительно-сварочное производство **Ленинградского металлического завода «ЛМЗ-Девяткино»**. Здесь в изготовлении – гидравлические турбины Саяно-Шушенской ГЭС, паровые турбины для АЭС в Бушере (Иран), газовые турбины – все конструкции из сложнолегированных сталей свариваются по спецтехнологиям с предварительным и сопутствующим подогревом и последующей ступенчатой объемной термообработкой.
- При посещении следующего в технологической цепи турбогенераторостроения **ОАО «Электросила»** специалисты познакомились с чистовой гидроабразивной резкой меди и титана больших толщин, что было основной целью поездки на это предприятие.
- На **Ижорском трубном заводе** особый интерес вызвала подготовка производства газопроводных труб большого диаметра из штрипсов легированной стали толщиной более 40 мм для Балтийской трубопроводной системы. В создании агрегатов для гибридной лазерно-дуговой сварки таких труб успешно соревнуются отечественные и зарубежные инженерные и научные творческие коллективы.
- В салоне специального технологического оборудования **торговой фирмы «Дюкон»** на проспекте Александровкой Фермы немецкие специалисты фирмы EWM удивили гостей газоэлектрической сваркой листов толщиной 3 мм по зазору 10 мм без манипуляций сварочной горелкой, а также другими приемами высококачественной пространственной сварки «в стык» и «в угол», которую может выполнять на их оборудовании даже неквалифицированный персонал.
- **Завод металлоконструкций в Рыбацком** предстал полной загрузкой всех производственных корпусов сварными стальными конструкциями промышленных и общественных зданий и сооружений, несущих конструкций транспортных галерей и эстакад, мостовых переходов, мачтовых высотных сооружений. Из технологических особенностей предприятия внимание привлекла циркуляционная система питания сварочных корпусов защитной смесью газов $Ar+CO_2$ с непрерывным борбатированием для исключения расслаивания газов по удельной массе.
- Заключительным аккордом пребывания в Санкт-Петербурге стало посещение **Российско-Германского лазерного центра** при **Санкт-Петербургском Государственном Политехническом университете** и центра лазерных технологий в **ЦНИИ робототехники и технической кибернетики**. Здесь гости имели возможность познакомиться с технологическими достоинствами новейших отечественных и зарубежных газовых, твердотельных и волоконных лазеров. Центр может проработать техническое задание промышленного предприятия на лазерную резку или сварку своего изделия и дать безошибочную рекомендацию на приобретение лазерной установки. Возможно также изготовление по заказу малой серии изделий.
- В **Центре лазерных технологий** ознакомились с серийным производством маркировочных лазеров. Здесь же было опробовано нанесение 2-х координатной лазерной маркировки в 250 знаков на 1см$^2$, вместо 12-ти линий штрихкода «Бар».

Очередное проведение объединенных сессий-симпозиумов главных специалистов «Двух столиц» способствовало расширению взаимодействия и укреплению сотрудничества между научными и инженерными коллективами их участников

**(499) 903-31-40, www.mmags.ru**

# ПРИГЛАШЕНИЕ В САМАРУ

С 12 по 15 октября в ВЦ «Экспо-Волга» пройдет **9-ая международная выставка «Промышленный салон»**. Выставка проводится при поддержке Правительства Самарской области, Союза машиностроителей России, Ассоциации городов Поволжья, Российской Ассоциации «Станкоинструмент» и под патронатом ТПП РФ. Ей присвоен знак Международного союза выставок и ярмарок, что свидетельствует о высоком уровне организации мероприятия.

Современная Самара обладает колоссальным научно-исследовательским и образовательным потенциалом. Самарская область является промышленно развитым регионом, где представлены станкостроение, авиастроение, автомобилестроение, нефтегазовый комплекс, а также ряд оборонных предприятий. Именно поэтому Самара – одно из наиболее привлекательных мест для проведения машиностроительных выставок, форумов, симпозиумов.

Целью «Промышленного салона» является создание площадки для встречи профессионалов отрасли и их делового сотрудничества, демонстрация новинок рынка и инновационных технологий, помощь во внедрении научных разработок в производство, а также изучение зарубежного опыта. В выставке принимают участие более 200 российских и зарубежных компаний.

В дни выставки пройдет **7-ой Инновационно-промышленный форум**, в котором особое место будет уделено инновационным проектам и механизмам их реализации в современной экономике. В рамках предстоящего мероприятия Ассоциация «Станкоинструмент» организует однодневную **научно-практическую конференцию «Российские инновационные технологии, оборудование, комплектующие изделия, инструмент отечественному машиностроительному комплексу»**. В ней примут участие представители станкостроительной отрасли Самарского региона – ОАО «Средневолжский станкостроительный завод», ЗАО «Стан-Самара», Самарский региональный центр технологического развития, а также ОАО «Саста», Дмитровский завод фрезерных станков и др. Планируется проведение круглого стола по теме: **«Современные инновационные технологии и металлорежущее оборудование для технологического перевооружения предприятий Самарского региона»**. Традиционно среди участников Инновационно-промышленного форума пройдет **конкурс «Инновации в промышленности»**, основная цель которого – выявить инновационно-активные компании, привлечь внимание общественности, политических и бизнес-структур к представленным на выставке изобретениям и разработкам. В подготовке и работе мероприятий кроме предприятий примет участие руководство Министерства промышленности, энергетики и технологий Самарской области, Ассоциации «Станкоинструмент» и Самарского государственного технического университета.

Ассоциация «Станкоинструмент» приглашает предприятия и организации принять участие в предстоящей выставке и ее деловой программе.

**www.stankoinstrument.ru**
**www.promsalon.ru**

Российская Ассоциация производителей станкоинструментальной продукции «Станкоинструмент»

# ЭМУГЕ-ФРАНКЕН

## Уважаемые дамы и господа,

Мы рады сообщить Вам, что с целью создания максимально удобных условий для приобретения российскими потребителями продукции **EMUGE-FRANKEN** и согласования коммерческих вопросов, а также получения необходимой технической поддержки, связанной с выбором, внедрением и использованием данной продукции, группа компаний **EMUGE-FRANKEN** основала в России свою дочернюю компанию (100%) - **ООО «ЭМУГЕ-ФРАНКЕН»**

## Мы предлагаем Вам:

### Всю гамму резьбообразующего инструмента:

- Метчики, плашки для всех существующих стандартов резьбы в диапазоне размеров, эквивалентных от M1 до M160
- Раскатники (бесстружечные метчики)
- Резьбовые фрезы цельные и со сменными пластинами
- Всю необходимую оснастку для крепления резьбообразующего инструмента (в т.ч. стандартные резьбовые патроны до M120)
- Резьбонакатной и контрольный инструмент.

### Широчайший ассортимент концевого фрезерного инструмента:

- Концевые фрезы цельные твердосплавные и из быстрореза (диапазон диаметров от 0,2 мм до 80 мм)
- Концевые фрезы со сменными пластинами, в т.ч. широкий выбор для обработки штампов и пресс-форм
- Концевые фрезы специальных профилей, используемых в автомобильной, авиастроительной промышленности и энергетическом машиностроении.

### Также, мы предлагаем широкую гамму цельных твердосплавных свёрл EF-Drill для высокоэффективной подготовки отверстий высокого качества под любой стандарт и размер резьбы

### Оправки различного типа для всех видов осевого инструмента

- Компенсационные патроны для метчиков
- Термозажимные патроны
- Высокоточные механические силовые патроны powRgrip® как для черновой, так и чистовой обработки

### Специальный инструмент

- Специальные метчики
- Фрезы специальных профилей и назначения
- Специальные оправки

### Специализированную инструментальную оснастку для крепления обрабатываемых деталей на Вашем оборудовании

При изготовлении как стандартного, так и специального инструмента наша компания использует:

- Богатейший опыт и знания, приобретённые ей за более чем 80 лет работы в области разработки и производства резьбообразующего и фрезерного инструмента
- Новейшее производственное оборудование и самые современные технологии
- Жёсткую многоуровневую систему контроля качества на всех стадиях изготовления инструмента

Все это обеспечивает нам стабильность в выпуске продукции высочайшего качества EMUGE-FRANKEN

Мы поддерживаем один из самых больших складов продукции среди компаний, поставляющих подобный инструмент, по номенклатуре и количеству. Это помогает нам осуществлять поставку инструмента в наикратчайшие сроки, причём, не только стандартного, но и того инструмента, который у многих компаний изготавливается «под заказ».

На нашем складе всегда есть в наличии инструмент для изготовления резьбы наиболее часто используемых размеров в диапазоне от M1 до M120

Если Вы заинтересованы в создании надёжного высокоэффективного производства, компания ЭМУГЕ-ФРАНКЕН и её сотрудники могут стать верными партнёрами для Вас в поиске оптимальных решений, касающихся резьбообразующего и концевого фрезерного инструмента, его крепления и использования. Команда наших специалистов будет рада, совместно с Вами, найти наиболее эффективное и экономически выгодное для Вас решение.

**Адрес местонахождения компании ООО «ЭМУГЕ-ФРАНКЕН»:**

192012 Россия г. Санкт-Петербург, пр. Обуховской обороны, д. 271, литера «А»

Бизнес-Центр «Обухов-Центр», Офис 711, 713, 715

Тел./Факс: 8 (812) 319-30-19/18 Web: www.emuge-franken.ru E-mail: info@emuge-franken.ru


**По этому адресу также расположен организованный и уже действующий склад !**

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ШТАМПОВКИ

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

МЫ ОТКРЫЛИ ОФИС В МОСКВЕ
ул. Профсоюзная, 65
тел. +7 495 334 77 40
+7 906 775 02 42

НАУЧНО-ПРОМЫШЛЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ **ДЕЛЬТА–ТЕСТ**

**АРТА®**

**ЭЛЕКТРОИСКРОВЫЕ СТАНКИ И ТЕХНОЛОГИИ**

Электроэрозионные (электроискровые) станки **АРТА** для высокоточной 2-х - 6-ти координатной обработки

- **ШИРОКИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ:** от изготовления штампов и пресс-форм до микрообработки проволоками от 10 мкм
- **КАЧЕСТВО И НАДЕЖНОСТЬ МИРОВОГО УРОВНЯ:** применение комплектации от мировых лидеров, современная система ЧПУ, мощный транзисторный генератор с микропроцессорным управлением
- **ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ СЕРВИСА:** пусконаладка, обучение, гарантийное и послегарантийное обслуживание

www.edm.ru

141190, Московская область, г.Фрязино, Заводской проезд, 4, тел./факс: **(495) 995-09-68**

**НОВИНКА**

**Компания ВЕЙТУС** предлагает со склада в Москве:

**Электроэрозионный прошивочный станок мод. EDM 310 с осью С, фирмы EXERON, Германия.**

| | |
|---|---|
| Перемещение по осям X/Y/Z, мм | 350x270x270 |
| Макс. размер заготовки, мм | 720x480x250 |
| Макс. вес заготовки, кг | 500 |
| Макс. вес электрода, кг | 50 |
| Ток генератора, А | 60 |
| Расстояние стол/пиноль, мин/макс., мм | 130/400 |

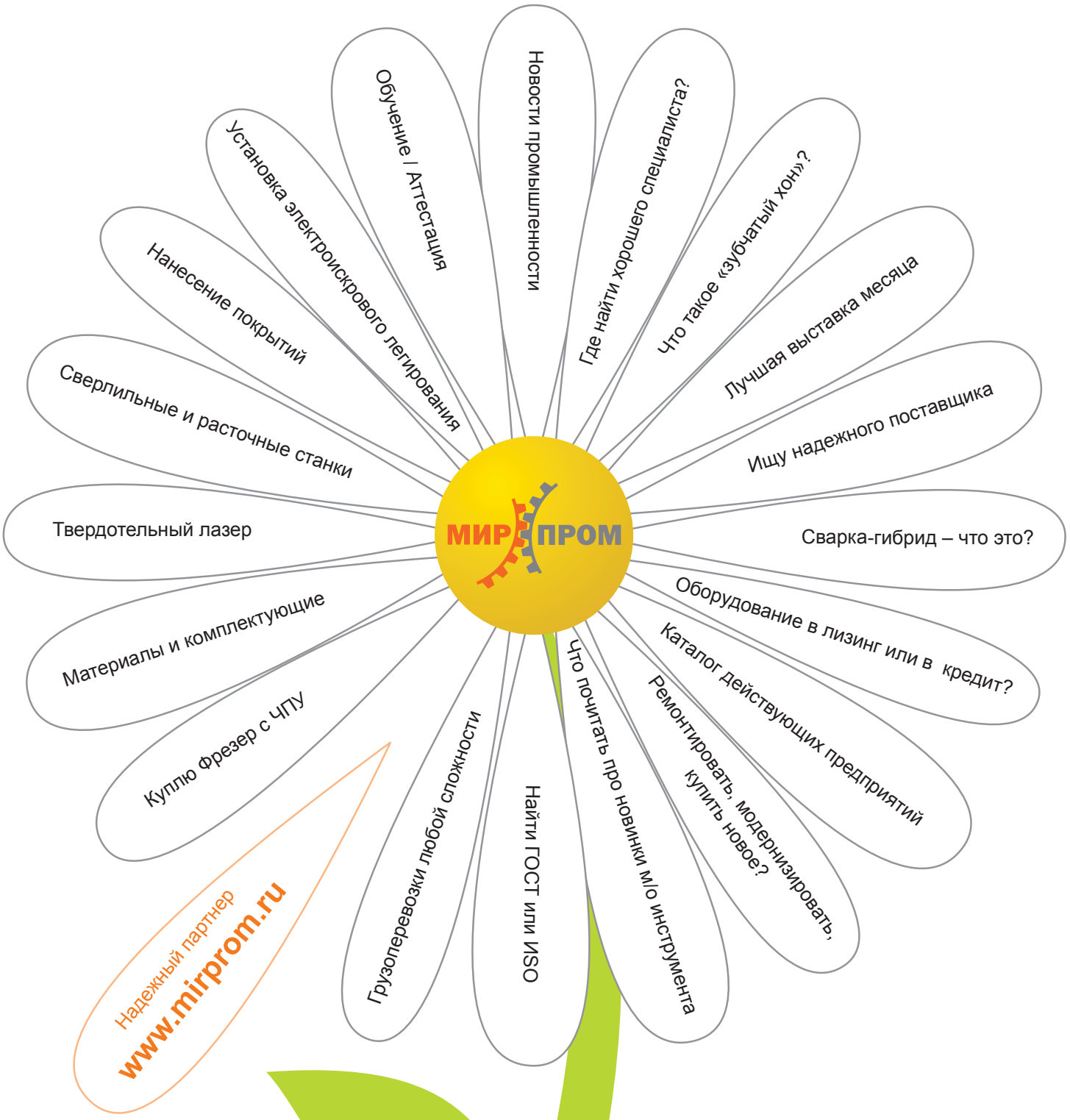
Стоимость станка - 150.000,00 ЕВРО.

**Высокоскоростной обрабатывающий центр Rapido V-6H, фирмы Maximart Corporation, Тайвань**

| | |
|---|---|
| Перемещение по осям X/Y/Z, мм | 600x420x450 |
| Размеры стола, мм | 750x420 |
| Нагрузка на стол, кг | 300 |
| Конус шпинделя | DIN#40 |
| Частота вращения шпинделя, об/мин | 60-15000 |
| Ускоренная подача по X/Y/Z, м/мин | 32 |
| Управление | Heidenhain iTNC 620 |
| Поворотный стол | Ø 200 мм |

Стоимость станка – 165.000,00 долл. США

Контакты: тел./факс – (495) 9549496, e-mail: info@veytus.ru




# Внимание!

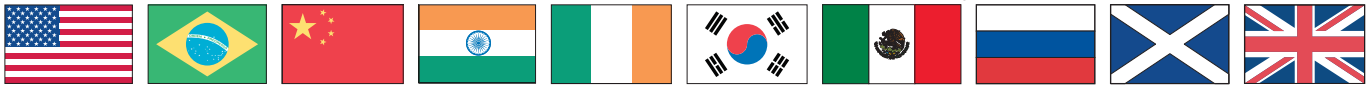
**Различные варианты продвижения информации о вашей компании:**

**рассылка, текстовая и баннерная реклама по спецценам!**

## БЕСПЛАТНЫЕ СЕРВИСЫ

- Регистрация на MirProm.ru.
- Размещение информации о вашей организации в каталоге.
- Размещение информации о продукции и услугах вашей организации.
- Размещение неограниченного количества объявлений о продаже или покупке оборудования, материалов, инструмента, комплектующих и пр.
- Размещение неограниченного количества объявлений о предоставлении или приобретении услуг.
- Размещение новостей о вашей компании.

1910 ACME 2010
Integrated Finishing & Manufacturing Systems
Over 100 Years and Still Growing...



# СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЧИСТОВОЙ ОБРАБОТКИ

**Progress in the field of manufacturing decorative and functional details has been substantially caused by development of systems of the automated and computerized finish-machining of metal. The advanced companies introduce new technologies in manufacture, and it will help them with competitive struggle.**

## ВВЕДЕНИЕ

Развитие технологий в области шлифовки, полировки, буферовки и галтовки как для крупных, так и для малых заводов-изготовителей продолжает стимулировать усовершенствование операций по чистовой обработке металла и производственного оборудования. Ручные методы чистовой обработки становятся менее предпочтительными и весьма неэффективными в долгосрочном планировании. Специалисты не заинтересованы работать в «грязных шлифовальных цехах», когда имеются альтернативы. Кроме того, современные экологические стандарты не поощряют и сводят к минимуму процесс ручной полировки и галтовки большинства заводов.

Таким образом, прослеживается очевидная тенденция к минимизации процесса ручной отделки, а также к замене старых традиционных полировочных и шлифовальных машин на более новые. Проблемы с продолжительной поставкой и непредвиденными задержками на производстве, излишний набор деталей, проблемы с качеством и его контролем уходят в прошлое.

Основные обрабатываемые детали в различных отраслях можно разделить на две категории – «декоративные» и «функциональные».

## ДЕКОРАТИВНЫЕ ДЕТАЛИ

Рынок требует обновления внешнего вида и параметров продукции предприятий, а также снижения стоимости производства для повышения локальной и мировой конкуренции. Что касается декоративных потребительских товаров (лакированных, окрашенных или хромированных), здесь значительная стоимость производства напрямую связана с полировочными и шлифовальными работами. Предварительная обработка поверхности механической отделкой – важный элемент для таких вещей, как декоративный замок и оборудование для водопроводно-канализационных работ, ручные инструменты, кухонная утварь и бытовые приборы, осветительные приборы, музыкальные инструменты, мотоциклы, легкое огнестрельное оружие и ружья, полученная выдавливанием алюминия строительная продукция, автомобильные бамперы и выхлопные трубы, колеса с отливкой из алюминия.

## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ДЕТАЛИ

Для функциональных внутренних деталей, которые оказывают значительное воздействие на продуктивность и быстродействие, такие операции, как галтовка и высококлассная отделка стали важными вторичными операциями. С расширенной гарантией на детали, используемые в сфере автомобильной промышленности, контроль качества становится ключевым фактором надежной службы детали.

Постоянно улучшаются параметры обработки поверхности опорных и нагружающих поверхностей для валов трансмиссии, шестерен, крестовин, барабанов, осей, распределительных и коленчатых валов, соединительных штоков, поршней и блоков цилиндров.

Другие области применения, требующие улучшенного контроля качества обработки поверхности и контроля погрешности, относятся к производству грузовых автомобилей и транспортных машин для землеройных работ, протезов или имплантантов, винтов для насосов и клапанов, компонентов компрессоров и кондиционеров, компонентов ротора двигателя, дисков и лопаток компрессора двигателя воздушного судна, каркасов воздушного судна и телескопических гидроцилиндров. Эти примеры, представляют собой неполный список областей применения процесса отделки поверхности, на которые влияет современный рынок. Рыночные факторы являются причиной многих изменений в процессе управления нашими заводами.

## РЫНОЧНЫЕ ФАКТОРЫ

Выделим факторы, влияющие на принятие решений в отношении механической чистовой обработки поверхности и соответствующего оборудования.

В настоящее время существует необходимость в более высокой гибкости станков для отделки широкого спектра продукции с упором на быстрое переоборудование станка, упрощенную механическую обработку и возможность комбинирования отделочных работ в пределах одной и той же системы. Уровень качества продолжает расти. Геометрия деталей, единообразие и однородность отделки поверхности, а также визуальные характеристики изделия становятся необходимым условием, предусмотренным долгосрочными программами по повышению качества в автомобильной промышленности и других отраслях. Мировые стандарты и стандарты ISO 9001:2008 представляют собой пример того, каким образом мы будем руководить нашими предприятиями сегодня и в будущем для того, чтобы поддерживать имидж проверенных поставщиков с доступными ценами.

Конкуренция на рынке – обязательный фактор. Цены на отделочные работы традиционно высоки, особенно в случае с декоративной продукцией. Значительна не только стоимость трудозатрат, но и стоимость абразивного материала для финишной обработки (сюда входят полировочные круги, абразивные смеси, абразивные ленты, колеса и щетки), которая является главным фактором в формировании полной стоимости конечного продукта. Это стало предпосылкой для развития экономически более выгодных способов отделки продукции.

Разработка такой продукции, как полировальные круги, смеси, абразивные ленты и колеса, нейлоновые ленты, щетки и колеса, а также ролики для микрополировки, стала настоящим вызовом для производителей абразивных материалов. На текущий момент

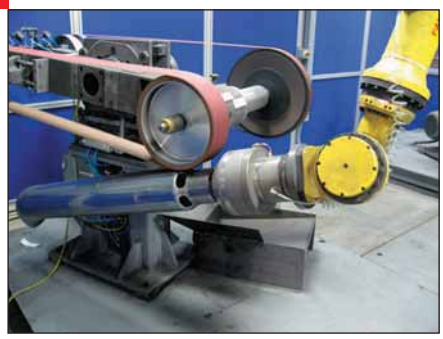


**Рис. 1. Полировка выхлопных труб перед хромированием**

**Рис. 2. Полировка стальных бамперов с помощью автоматизированной системы**

существует широкий выбор продуктов для поддержания стандартов качества отделки поверхности при регулируемой цене. Недавний пример в сфере производства абразивных лент с покрытием демонстрирует степень развития «структурированных абразивов». Абразивные ленты, созданные на основе технологии известной под названием «микрорепликация», имеют точные формы сложного зерна, прикрепленного к опорному слою ленты. Однообразная поверхность ленты позволяет сократить количество проходов, увеличить срок ее службы и, в конечном итоге, улучшить качество финишной отделки и снизить эксплуатационные расходы.

Многие цехи единичного производства и мелкие заводы не могут справиться с расходами на обеспечение правил безопасности рабочего персонала, эксплуатационных условий и правил удаления опасных отходов. Федеральные агентства продолжают следить за соблюдением экологических норм и общих условий эксплуатации. Сконструированные по заказу защитные ограждения и кожухи становятся частью стандартной практики по повышению безопасности на отделочных системах, в частности, снижению уровня шума, загрязнения воздуха пылью и грязью и потенциального риска при проведении производственных работ.

Высокий уровень скрытых расходов при транспортировке, основанной на традиционных технологических операциях, вынудил большинство производителей обратиться к поиску новых методов погрузочных работ и составления технологического маршрута передвижения продукции по заводу.

Кроме того, продолжает расширяться экономичное производство, позволяющее достигать новых уровней эффективности технологического процесса. Производство «точно в срок» представляет собой пример улучшенного типа контроля запасов, используемого на многих заводах. Специализированные гибкие производственные ячейки (ГПЯ) могут выполнять несколько операций механической и вторичной обработки под управлением небольшой группы операторов. Они способны управлять несколькими операциями в одной гибкой производственной ячейке. В данном случае семейство унифицированных деталей может быть распределено удобным образом внутри каждой линии.

Нехватка высококвалифицированного персонала продолжает негативно влиять на множество производителей. Общегосударственные программы профессионально подготовки находятся в процессе постоянного улучшения, но этого недостаточно. Должны быть найдены другие способы решения проблемы нехватки высококвалифицированного персонала. В этом могу помочь программируемые и гибкие производственные системы.

## АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ И ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ОТДЕЛОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

В качестве вызова текущим условиям выступает электронное и компьютерное оборудование, а также технология программирования, использующиеся в процессе шлифовки, полировки, буферовки, галтовки и матирования. Примеры иллюстрируют разнообразие автоматизированных и программированных электронных систем, которые встраиваются в классическое оборудование механической отделки. Эти системы направлены на достижение таких факторов, как гибкость машинного оборудования и быстрая перенастройка, высокое качество деталей и единообразие финишной обработки, сниженные затраты на производство и транспортировку деталей, а также процедуры планирования, направленные на понижение затрат на инвентаризацию и технологию изготовления и удовлетворение спроса на высококвалифицированных сотрудников.

Новые технологии компьютерного программирования ПЛК, автоматизированные системы программного управления, устройства на базе ПК, действующие вкупе с системами механической обработки с функциями чистовой обработки, могут быть интегрированы во многие роботизированные и программно-управляемые производственные системы. Автономное моделирование процесса изготовления становится еще одним экономически эффективным инструментом, позволяющим производителям деталей расширить область использования своих систем для обработки новых продуктов, не изменяя уже имеющиеся роботизированные ГПЯ для внедрения новых технологий.

Следующие роботизированные и программируемые системы отделки демонстрируют разнообразие областей применения для процессов отделки металлической продукции.

## БАМПЕРЫ ИЗ ХРОМИРОВАННОЙ СТАЛИ И ВЫХЛОПНЫЕ ТРУБЫ

Роботизированные операции предварительной полировки в отличие от ручных операций дают производителям комплексного оборудования и запчастей преимущества в сфере производства и качества. На **рис. 1** показано семейство выхлопных труб, двойное автоматическое абразивное колесо с покрытием и нейлоновая полировочная головка абразивной ленты. Выхлопные трубы предварительно натянуты на пункте очередизации, что дает приблизительно 30-40 минут для автоматической работы производственной ячейки. На данном этапе трубы полируются по внешнему диаметру и со стороны криволинейного конца перед хромированием. Качество обрабатываемой поверхности и производительность намного выше, чем при ручных операциях.

На **рис. 2** показана автоматизированная работа производственной ячейки с использованием абразивной ленты с покрытием, абразивного лепесткового круга и сизального диска для полировки, которые подготавливают поверхность стальных бамперов к полировке перед хромированием. При автоматизированной отделке улучшается не только качество продукции, сложные, ранее проделываемые вручную операции выполняет надежная запрограммированная система. Отделочные головки с управлением по усилию обеспечивают полировочное и шлифовальное усилие для предания нужных форм. Это придает больше гибкости работам, выполняемыми элементарными отделочными системами.

## ЛИТЫЕ АЛЮМИНИЕВЫЕ И КОВАНЫЕ КОЛЕСНЫЕ ДИСКИ

Автомобильная промышленность инициировала растущий спрос на декоративные колеса – литые колесные диски. На **рис. 3** показаны образцы колес, отполированные автоматизированной системой до зеркального блеска.

На **рис. 4** представлена роботизированная система многоцелевого назначения, выполняющая «детальную обработку поверхности». Детальная отделка ассоциируется с процессом обработки труднодоступных зон, что не под силу традиционным полировочным и абразивным кругам. Традиционно данные зоны обрабатывались вручную при помощи миниатюрных пневматических инструментов с абразивным кругом.

Наряду с внедрением устройств захвата на конце рабочего органа с постоянно действующей силой также исполь-

**Рис. 3. Образцы алюминиевых литых колесных дисков**

**Рис. 4. Многоцелевая роботизированная система детальной обработки**

зуются высокоскоростные шпиндели, что делает возможным комбинирование нескольких функций. Ключ к успеху внедрения технологии детальной обработки заключается не только в процессе обработки самой детали. Следует осуществлять строгий контроль за перенастройкой используемого оборудования в соответствии с калибром деталей, процентом износа материала и динамикой движения инструмента/автоматизированного устройства для того, чтобы обеспечить постоянную действующую силу отделочных процессов.

По природе изготовления мелкие ручные инструменты для отделки деталей имеют весьма лимитированный срок службы. Устройства захвата компенсируют данный недостаток; их преимущество заключается в удобной системе управления и быстрой системе замены компонентов данного устройства. На **рис. 5** показано, каким образом происходит настройка устройства

**Рис. 5. Настройка устройства захвата на конце рабочего органа**

захвата на конце рабочего органа. Оператор выполняет обработку материала вне производственной ячейки. Данный процесс позволяет автоматически заменять абразивные инструменты, не прерывая сам процесс обработки и не снижая уровень производительности.

Альтернативная система буферовки состоит из автоматизированной руки с шестью осями, объединенной с запатентованной двухшпиндельной подвешенной системой, и закрепленного привода (**рис. 6, 7**). Автоматизированная рука высокой грузоподъемности оснащена пультом управления производственной ячейки. Роботизированная установка обеспечивает максимальную гибкость обработки деталей и быструю перенастройку станка. Универсальная технологическая оснастка позволяет двухшпиндельной установке выполнять более затратоэффективные операции по обработке колес. Стандартные настройки двухшпиндельного станка позволяют использовать функции легкой и тяжелой полировки, а также функцию «мягкой» полировки для колес.

Двухшпиндельная конструкция обеспечивает увеличение объема производства в два раза по сравнению с традиционным автоматизированным процессом штучного производства. Модели многошпиндельных систем также встраиваются в линейки продукции производителя. В частности, предлагаются четырехшпиндельные конструкции и другие многошпиндельные системы. Четырехшпиндельные установки позволяют одной роботизированной руке обрабатывать в 4 раза больше деталей, чем на установке с одной автоматизированной рукой. В результате мы получаем меньшую занимаемую станком площадь, низкие расходы на оборудование и повышенный уровень производительности.

На **рис. 7** показано, каким образом несколько производственных ячеек могут быть объединены воедино с целью создания одной мощной гибкой производственной ячейки. Настройки позволяют различным производителям эффективно управлять ростом производства посредством внедрения в процесс управления экономических циклов новых возможностей, предоставляемых процессом автоматизации. Одного оператора будет достаточно для подачи деталей в обе автоматизированные производственные ячейки.

## ШЕСТИГОЛОВОЧНАЯ БЕСЦЕНТРОВАЯ СИСТЕМА С АБРАЗИВНОЙ ЛЕНТОЙ ДЛЯ ШЛИФОВКИ ТРУБ И ПРУТА

Шесть полностью программируемых и контролируемых сервоприводом бесцентровых шлифовальных и полировочных систем с абразивной лентой обеспечивает высокую скорость проката материала по телескопическим трубкам гидроцилиндров за «один проход». Программируемая система с 16 осями показана на **рис. 8**.

**Рис. 6. Двухшпиндельная автоматизированная система**

**Рис. 7. Настройки двухшпиндельной автоматизированной системы**

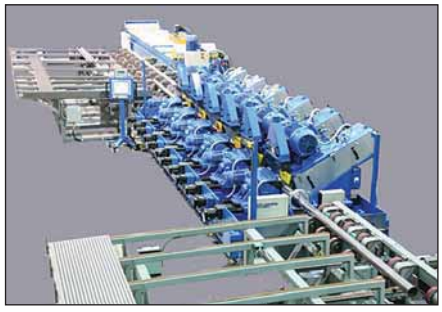


**Рис. 8. Шестиголовочная бесцентровая стержневая система с абразивной лентой и система шлифовки труб**

Система обеспечивает съем материала 0,020'' - 0,040'' до состояния контрольной отделки и позволяет выполнять контроль соответствия стандартам допустимой погрешности цельнотянутых тонкостенных труб с внешним диаметром 2,0'' – 8,0''. Интерфейс ручного управления Smart Screen позволяет провести полную перенастройку станка в течение 1 - 5 минут, активирует функцию операции «в один прокат», а также обеспечивает высокий объем производства при производстве множества деталей различного размера.

Шлифовка абразивной лентой и система автоматической транспортировки труб предоставляют собой более экономически эффективные и производительные интегрируемые системы для шлифовки крупногабаритных труб и пластин в сравнении с бесцентровой шлифовкой колесом, обработкой на токарном станке с ЧПУ и обдирочными операциями.

**Рис. 9. Высокопродуктные системы шлифовки медных и цинковых дверных ручек**

**Рис. 10. Интерфейса ручного управления Смарт Скрин с программным обеспечением на базе меню**

**Рис. 11. Стандартные компоненты протеза**

**Рис. 12. Автоматизированная операция шлифовки компонента коленного имплантанта**

Новые технологии шлифовки абразивной лентой с покрытием с применением лент из оксида алюминия с керамической тормозной поверхностью для черновой обработки и структурированных абразивных лент для финишной отделки представляют гибкие решения для соответствия требованиям, предъявляемым к процессам высокопроизводительной шлифовки гидравлических цилиндров, холоднотянутого сортового проката и автомобильным деталям.

## МЕДНОЕ И ЦИНКОВОЕ ЗАПИРАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Высокопроизводительные, поточные, линейные и ротационные системы матирования и шлифования с программируемой системой управления для быстрой перенастройки станка обеспечивают максимальную гибкость в процессе шлифовки медных и цинковых дверных ручек, фиксирующих кнопок и розеток для различных видов запирающего оборудования. Объемы выпуска в 2000-6000 деталей в час – стандартный показатель линейных отделочных систем.

На **рис. 9** показан станок конвейерного типа с головками, использующими три колеса, а также с 5-дюймовыми головками для шлифовки литых ручек из цинка с производительностью 2000-3000 деталей в час. Головки контролируются с помощью интерфейса ручного управления Smart Screen с программным обеспечением на базе меню. Данное оборудование изображено на **рис. 10.** Шлифовальные головки оснащены системой автоматической установки заданного положения и управляются с помощью ПЛК.

Данная технология позволяет производителям выпускать продукцию с высокой скоростью, предоставляя при этом возможность перенастройки оборудования для обработки деталей совершенно другого типа. Система быстросменных инструментов – один из ключевых факторов для быстрой перенастройки станка. Та же самая технология может позволить шлифовать и полировать медные слесарные ручки, придавая им различную форму и внешний вид. При этом остается доступной функция быстрой перенастройки оборудования.

## АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ШЛИФОВАНИЕ, ПОЛИРОВКА И БУФЕРОВКА ОРТОПЕДИЧЕСКИХ ИМПЛАНТАНТОВ

Другие классические автоматизированные операции шлифования, которые становятся возможными при внедрении новых технологий, – шлифовка, полировка и буферовка компонентов коленного и набедренного протеза. Для этих работ вручную раньше требовалось 10-15 человек **(рис. 11)**. Сейчас подобную работу выполняет 1 роботизированная производственная ячейка, которая изображена на **рис. 12**.

Технология шлифования компонентов коленного имплантанта модернизировалась до такого уровня, при котором процесс автоматизированной шлифовки и полировки может комбинироваться с процессом удаления щелей, контурной и безпогрешной полировки, а также зеркальной отделки компонентов коленных и бедренных имплантантов из качественной отливки из хрома и циркония. Данная технология прогрессирует вследствие использования уникального программного и технического обеспечения. Производители деталей, использующие многоцелевые автоматизированные ячейки, также находят ряд экономически эффективных решений, получаемых в результате использования новейших технологий для автономного моделирования процесса производства деталей для того, чтобы позволить производственным ячейкам максимально увеличить дневную норму продукции. Что касается материала для шлифовальных лент, срок годности структурированных абразивных лент, обрабатывающих хромированные компоненты коленных имплантантов значительно увеличился. Он в 2-3 раза выше, чем срок годности традиционных лент.

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ШЛИФОВКА, ПОЛИРОВКА И БУФЕРОВКА АЛЮМИНИЕВЫХ ДЕТАЛЕЙ МОТОЦИКЛА

Различные детали мотоцикла традиционно шлифовались и полировались вручную **(рис. 13)**. Операции, выполняемые вручную, дорогостоящи и занимают много времени. Они также являются достаточно опасными для тех, кто их выполняет. Необходимость декоративной и функциональной отделки перечисленных ниже деталей мотоциклов дала толчок развитию множества успешных автоматизированных отделочных производственных ячеек.

- Бензобаки
- Педали тормоза
- Крыло
- Рычаги переключения передач
- Поручни
- Колесные диски, кронштейны запасного колеса и съемники колес
- Ручки для заднего седока
- Корпуса зеркал
- Декоративные литые кожухи
- Тормозные скобы
- Крышки клапанного механизма
- Скользящий регулятор вилки

На **рис. 14** показана двухсторонняя автоматизированная производственная ячейка для полирования лентой, полирования абразивным лепестковым кругом и буферовки колесом, покрытым волокном сизали, литых алюминиевых крышек клапана после процесса хромирования. Автоматизированные уста-

**Рис. 13. Детали мотоцикла**

**Рис. 14. Автоматизированная производственная ячейка по отделке клапана мотоцикла**

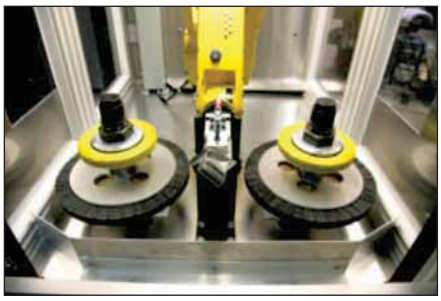


**Рис. 15. Автоматизированная галтовка лопаток турбины**

**Рис. 16. Автоматизированная полировка аэродинамического профиля лопатки**

**Рис. 17. Автомобильные детали**

новки предварительно помещаются на общей базе в полностью закрытом помещении для того, чтобы обеспечить контроль над загрязнением окружающей среды пылью, шумом или системы безопасности оператора.

Две автоматизированные установки работают в паре с переправляющей детали стойкой. Первая установка выполняет операции по полировке абразивной лентой и абразивным лепестковым кругом, после чего деталь передается во вторую автоматизированную установку для буферовки кругом с покрытием из волокна сизали. Здесь используется круг радиусом 1 метр для затратоэффективного использования капельножидкой смеси и продления срока годности круга.

Литые крышки загружаются на 2 линии для автоматизированной обработки, которая длится приблизительно 2 часа. К тому времени оператор загрузит новые заготовки на первый выдвижной поддон, пока автоматизированные системы будут продолжать выполнять операцию. Обработанные детали затем снимаются со второго выдвижного поддона.

Простое в управлении программное обеспечение облегчило процесс контроля работ, а также процесс подготовки операторов станков. Экраны управления абразивной лентой с покрытием, абразивного лепесткового круга и колеса, функция диагностики станка, настройка модема вне устройства, удаленное выявление неисправностей и упрощенная технология целевого программирования – все это удобства использования программного обеспечения. Эти функции помогают оператору в повышении качества, объема выработки и эффективности работы автоматизированной производственной ячейки.

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ГАЛТОВКА И ПОЛИРОВКА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ И ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Примеры обработки приведены на **рис. 15- 17**.

Факторы мирового рынка и в дальнейшем будут способствовать улучшению качества технологий изготовления и отделки. Прогресс в области механической отделки декоративных и функциональный деталей был в значительной степени вызван развитием систем автоматизированной и компьютеризированной обработки. Передовые компании продолжают поддерживать развитие новых технологий. Это поможет им в конкурентной борьбе на арене будущего мирового рынка. Постоянные технологические изменения продолжат увеличиваться с развитием мировой экономики.

**Джо Саад**
**Директор по продажам**
**Производственная компания Acme**
**Оберн Хиллс, Мичиган, США**

**Влад Глен**
**Директор по развитию бизнеса**
**Предприятия России, СНГ**
**и Восточной Европы**
**Производственная компания Acme**
**Москва, Россия**
**тел. +7 962 915-3225**

MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION
ООО „ММС Хардметал ООО" , 107023 , г. Москва,
ул. Большая Семеновская, 11,стр.5
ТЕЛ./ФАКС.: +7 495 725-58-85
E-MAIL: INFO@MMC-CARBIDE.RU

# ИНТЕРВЕСП
ТЕХНОЛОГИИ УСПЕХА

WWW.INTERVESP-STANKI.RU

**8-800-5555-100**

ЗВОНОК ИЗ РЕГИОНОВ БЕСПЛАТНЫЙ

## Широкий ассортимент металлобрабатывающего оборудования на складе в Москве

### Вальцы
sahinler

НА СКЛАДЕ
Цена от 3 350 €

### Гильотинные ножницы
DENER

НА СКЛАДЕ
Цена от 29 955 €

### Ленточнопильные станки
beko-mak

НА СКЛАДЕ
Полотно в подарок

### Гидравлические профилегибочные станки
sahinler

НА СКЛАДЕ
Цена от 8 800 €

### Гидравлические листогибы
YANGLI

НА СКЛАДЕ
Цена от 13 000 $

### Плазменная резка
AJAN

НА СКЛАДЕ
Минимальная цена на рынке

### Гидравлические прессы
sahinler

Цена от 20 000 €

### Координатно пробивные прессы
ERMAKSAN

Пуско-наладка в подарок

### Обрабатывающие центры
DMTG

НА СКЛАДЕ
Цена от 50 000 $

### Механические профилегибочные станки
sahinler

НА СКЛАДЕ
Цена от 3 375 €

### Токарные центры с ЧПУ
TRENS

Рассрочка платежа

### Нашими ценами клиенты довольны!

Лизинг от 3% в год

**Скидка обсуждается. Звоните!**


Курьянов Антон Александрович
руководитель отдела продаж
Телефон: 7 (495) 727-41-96 доб. 167
Мобильный: +7 (905) 734-29-88
e-mail: kaa@intervesp.com


**Приглашаем на выставку "MASHEX 2010" (26.10-29.10)**

Внимание, специальные выставочные цены уже действуют!

# C 60 U DYNAMIC – НОВЫЙ УРОВЕНЬ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ HERMLE AG

Высокопроизводительное 5-осевое фрезерование в новом измерении: осевые перемещения в рабочей зоне X-Y-Z 1200-1300-900 мм плюс поворот оси C позволяют выполнять комплексную обработку заготовок с диаметром безопасной от столкновения зоны 1400 мм при высоте 900 мм.

Фирма Maschinenfabrik Berthold Hermle AG (Германия) расширила программу выпускаемых обрабатывающих центров серии C в соответствии с требованиями, предъявляемыми в авиации, космонавтике и машиностроении. Новый 5-осевой высокопроизводительный обрабатывающий центр **C 60 U dynamic** с ЧПУ является самым мощным станком в истории предприятия. **C 60 U dynamic** для комплексной симультанной обработки крупногабаритных деталей по 5 осям на основе проверенной модифицированной конструкции типа Gantry представляет собой высокопроизводительный станок для универсальной прецизионной обработки. Таким образом фирма **Hermle AG** предлагает своим заказчикам оборудование для обработки заготовок сверхбольших размеров и весом до 2500 кг.

## КОМПЛЕКСНАЯ СИМУЛЬТАННАЯ ОБРАБОТКА ПО 5 ОСЯМ

Для заказчиков ничего не изменилось: по-прежнему три оси в инструменте и две оси в заготовке. Благодаря большим осевым перемещениям X=1200, Y=1300 (плюс 450 мм при смене инструмента методом Pick-up) и Z=900 мм на станке можно обрабатывать заготовки ∅ до 1200 мм (зоны безопасной от столкновения ∅ 1400 мм) и высотой 900 мм. Оптимальное расположение осей X-Y-Z и осей наклонно-поворотного стола с числовым управлением позволяет работать с очень коротким инструментом. Размеры рабочей зоны рассчитаны исключительно на 5-осевую обработку и поэтому ось Y длинней оси X, т.к. необходимо свободное пространство для поворота заготовки. Согласно размерам станка предусмотрены системы зажима инструмента SK 40/HSK-A 63 или SK50/HSK-A 100, причем для инструментов с конусом SK40/HSK-A 63 имеется до 70 гнезд, а с конусом SK50/HSK-A 100 - до 50 (макс. вылет инструмента 500 мм, макс. вес 15 или 30 кг). Время смены инструмента составляет 9,5 сек. (от зажима до зажима). Дополнительно имеется расширение магазина модульного типа для обработки сложных заготовок или даже целых серий деталей без дополнительной переналадки или дооснащения инструмента.

## ВЫСОКОТОЧНАЯ ОСНОВА ПРОИЗВОДСТВА ПРЕЦИЗИОННЫХ ДЕТАЛЕЙ

Обрабатывающие центры **C 60 U dynamic** / **UP dynamic** выполнены в виде так называемого **«концептуального станка»:** 4 точки опоры весом около 31 т. При этом монолитная станина из EN-GJS-400 весом 17 т обеспечивает высокую устойчивость и превосходные амортизационные характеристики. В качестве линейных направляющих используются прецизионные направляющие качения типоразмеров 65, 55 и 45, причем в отношении приводов также предусмотрено оборудование, соответствующее производительности станка и гарантирующее длительную стабильность. Приводы подачи по осям X, Y и Z оснащены шарико-винтовыми парами с собственными измерительными системами, а оси Y и Z выполнены в виде сдвоенных приводов. Ускорением a=6 м/с$^2$ и скоростью ускоренного перемещения V=50 м/мин по всем осям эти приводы обеспечивают очень высокую динамику. Применительно к главным шпинделям заказчик может выбрать одно из следующих исполнений: HSK-A 100 с частотой вращения 9000 мин$^{-1}$, HSK-A 100 с частотой вращения 12000 мин$^{-1}$, SK 50 – 9000 мин$^{-1}$, а также HSK-A63 – 10000 мин$^{-1}$ и HSK-A 63/SK40 – 18000 мин$^{-1}$. Мощность шпинделей соответственно составляет 41 кВт и 476 Нм, 56 кВт и 356 Нм или 23 кВт и 298 Нм, а также 35 кВт и 215 Нм.

## ГИБКОСТЬ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

Подобная модульная конструкция позволяет оснастить станок тремя различными столами или плитами стола, а именно ∅ 1350 мм с фасками с двух сторон на 1100 мм, диаметром 900 мм и дополнительными съемными плитами (опция), а также системой зажима паллет. Столы всех вариантов имеют возможность поворота на 260° (+/- 130°), что идеально для обработки импеллеров и конических шестерен. **C 60 U/UP dynamic** поставляется, во-первых, в виде автономной установки универсального применения, а во-вторых, в исполнении с паллетами, но может дооснащаться роботизированными системами или манипуляторами, а также накопителями заготовок и инструментальными магазинами, что позволяет получить гибкий производственный модуль. Несмотря на размеры, всегда обеспечивается оптимальное управление и загрузка, так как с самого начала большое внимание уделялось высокой эргономичности. Все агрегаты, сконструированные по модульному принципу, удобны для сервисного и технического обслуживания и без труда подсоединяются и отсоединяются с помощью штекерных разъемов. Эргономичный пульт управления с системой ЧПУ регулируется по высоте на +/- 100 мм, экран можно дополнительно наклонять до 30°, кроме того, имеется очень практичная выдвижная консоль для письма.

## ПРАКТИЧНОСТЬ И ЭРГОНОМИЧНОСТЬ

На выбор заказчика предлагаются системы управления самого последнего поколения Heidenhain iTNC 530 и Siemens S 840 D sl. В стандартном варианте используется жидкокристаллический дисплей 19“ с программным обеспечением 3D, удобными для пользователя программируемыми клавишами, с возможностью подключения функции оповещения по электронной почте E-Messenger и телесервиса (оба опционально). К основному комплекту оборудования относятся также транспортер для стружки, автоматически раздвигаемая крыша кабины, стандартный инструментальный магазин с манипулятором для загрузки инструмента и общая компоновка в модульном исполнении, окно из многослойного защитного стекла. Опционально поставляются система внутренней подачи СОЖ, измерительные щупы, система контроля поломки инструмента, вытяжка масляного тумана и средства автоматизации.

**Для дополнительной информации**
**Удо Хипп Руководитель отдела маркетинга**
**Тел. +49 (0)7426 95-6238**
**Факс +49 (0)7426 95-6110**
**e-mail: udo.hipp@hermle.de**

**Новый 5-осевой высокопроизводительный обрабатывающий центр C 60U dynamic с ЧПУ в полном оснащении**

**Многофункциональный пульт управления**

**Рабочая зона C 60U dynamic с встроенным наклонно-поворотным столом с числовым управлением ∅ 1350 мм с фасками на 1100 мм**

**Монолитная станина весом 17 т из EN-GJS-400 в качестве основы модифицированной портальной конструкции высокой жесткости типа Gantry и установки функциональных блоков**

# БАЛАНСИРОВКА КРУПНОГАБАРИТНЫХ РОТОРОВ

**While large-sized rotors are produced a manufacturer always faces with vibrations which can't be eliminated by machining. Therefore balancing is irreplaceable technological process for such manufactures.**

**Обработка крупногабаритных роторов** (диаметр более 200 мм при отношении длины к диаметру более 10) характеризуется высокой трудоемкостью процесса.

Причины:

1) малая жесткость изделия,

2) вибрации.

Для минимизации нежелательного воздействия этих причин обычно применяют промежуточные опоры (люнеты, стойки с роликами). Решающее влияние на точность геометрических размеров и чистоту поверхности изделия оказывают:

- определение технологической базы обработки изделия,
- конструкция промежуточных опор,
- схема установки промежуточных опор на станине.

Наибольшей трудоемкостью с точки зрения выбора конструкции и мест установки люнетов, а также их настройки отличается обработка валов в центрах. Выбор наружной поверхности вала в качестве технологической базы позволяет повысить производительность и точность обработки. Аналогом базирования валов по наружной поверхности является обработка на бесцентрово-шлифовальных станках. Но у данного метода существуют следующие недостатки:

- шаржирование обрабатываемой поверхности;
- ограниченная длина заготовки, обусловленная биением ее свободных концов, выходящих за пределы зоны обработки;
- малая глубина резания.

При точении крупногабаритных роторов часто возникают колебания технологической системы. Характеристики жесткости и демпфирования заготовки являются переменными. Коэффициенты жесткости и сопротивления изменяются по длине заготовки, принимая минимальные значения в середине пролета. В связи с этим наиболее интенсивные колебания возникают при обработке середины пролета ротора, из-за чего при решении задачи оптимизации режимов резания необходимо обеспечить в первую очередь устойчивость ее обработки. Поэтому при обработке крупногабаритных роторов почти в 100% случаях сохраняется остаточная вибрация. **Вибрация вызывает разрушение подшипников, фундамента и самой машины.** Для ее устранения применяется технологический процесс, который, может быть, нельзя отнести к способам обработки. В ходе его выполнения не происходит изменения размеров и внешнего вида изделия. Однако трудно переоценить его значение для любых деталей вращения, а крупногабаритных в особенности. Речь идет о **балансировке** – устранении разности масс изделия с целью уменьшения вибрации при вращении. Процесс относится, как правило, к деталям вращения (роторам), работающим в диапазоне от 60 об./мин и выше. Существуют два вида балансировки – статическая (изделие балансируется на стенде либо на специальном станке с целью уменьшения явной разности масс) и динамическая (изделие балансируется на специальном станке с целью сведения разности масс к заданному значению).

В крупногабаритных роторах различают статический, моментный и динамический дисбалансы.

**Статический дисбаланс** – дисбаланс, возникающий, когда ось инерции ротора **параллельна** оси вращения (**рис. 1**).

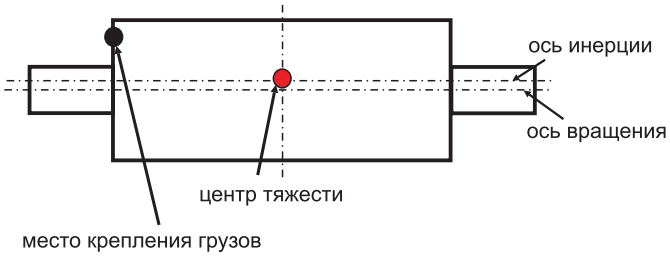



**Рис. 1 Статический дисбаланс**

Такой дисбаланс устраняется статической балансировкой на специальных стойках (**рис. 2**). Ротор шейками вала устанавливается на стойки, выверенные по горизонтали и при этомповорачивается тяжелой стороной вниз. На торцы ротора подбираются и ставятся свинцовые грузы веса, исключающего непроизвольный поворот изделия в стойках. После достижения результата свинцовые грузы меняют на стальные такого же веса. Грузы приваривают или привертывают к торцам ротора.

**Рис. 2 Изделие на стойках для промежуточной статической балансировки**

**Моментный дисбаланс** (**рис. 3**) возникает, если ось инерции ротора **пересекается** с осью его вращения в центре тяжести. При этом два источника дисбаланса размещены с противоположных сторон ротора под углом 180° друг к другу. Поскольку дисбаланс нельзя обнаружить статическим методом, ротору, имеющему такой тип дисбаланса, нужно придать некоторую угловую скорость, вращая изделие в стойках. Следует отметить, что этот тип дисбаланса исправляется добавлением или удалением массы в двух местах.

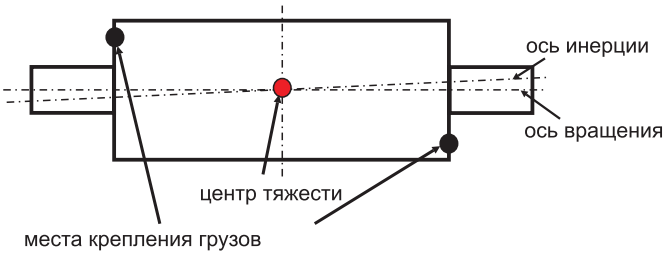



**Рис. 3. Моментный дисбаланс**

При изготовлении или ремонте крупногабаритных роторов редко возникает статический или моментный дисбаланс в чистом виде. Как правило, металлообработчики сталкиваются с динамическим дисбалансом, при котором ось инерции **скрещивается** с осью вращения. Данный тип дисбаланса может быть исправлен коррекцией масс в двух плоскостях,

перпендикулярных к оси вращения. При динамическом дисбалансе угловое положение статического дисбаланса относительно дисбаланса пары находится в диапазоне от 0° до 180°, не достигая граничных значений этого диапазона.

**Рис. 4. Материал изделия - сталь 45. Габариты (без учета шеек) ф160х2360. Рабочая окружная скорость – 3000 об/мин. Безусловно, требуется динамическая балансировка**

Для качественной динамической балансировки крупногабаритного ротора еще в процессе механической обработки следует соблюдать следующие правила:

1) Правильно выбрать технологическую базу при обработке изделия. Для длинномерных изделий (**рис. 4**) за базу нужно принимать только рабочую поверхность.

2) Минимизировать до 0,03 мкм радиальное биение шеек ротора относительно базы.

3) Следить, чтобы конусность не превышала 0,02 мкм на пог. м длины изделия.

4) Для сложных изделий (фрез, мельниц) осуществлять уравновешение деталей противоположных пазов путем высверливания отверстий (**рис. 5**).

**Рис. 5 . Изделие с габаритами Ф1250 х 1250. Детали противоположных пазов при изготовлении взвешиваются. Разница в массах компенсируется либо подбором, либо высверливанием балансировочных отверстий**

5) При обработке изделия проводить промежуточную статическую балансировку (**рис. 3**).

Прежде, чем приступить к динамической балансировке изделия, необходимо задать программу динамической балансировки. Как правило, к балансировочным станкам прилагаются программы динамической балансировки типичных конфигураций роторов, поэтому остается лишь задать параметры для данного изделия (**рис.** 6)

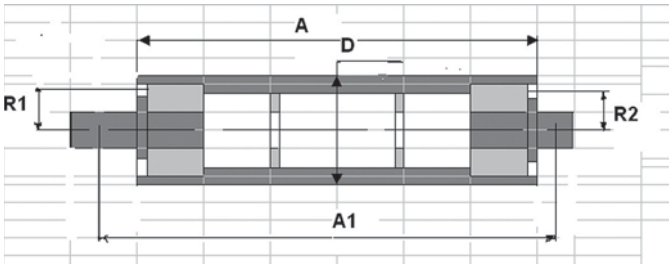



**Рис. 6. Основные параметры программы динамической балансировки**

Основными параметрами являются: длина бочки ротора A, межопорное расстояние A1, диаметр D, радиусы размещения балансировочных грузов (отверстий) R1 и R2. Кроме того в компьютер вводится значение рабочего числа оборотов изделия.

**ООО МИПФ**
**«Инженерная Техника»**

**Проектирование и производство нестандартного оборудования, крупногабаритных и высокоточных узлов и деталей:**

- валы ножевые к рубительным машинам, валы шлифовальные к линиям шлифования, валы карданные приводов шлифовальных машин, гидроцилиндры прессов ламинирования, запасные части к рубительным машинам.
- проектные работы по модернизации действующего оборудования трубопрокатных цехов, валки прокатных станов, валки рольгангов.
- ремонт формообразующей оснастки для производства изделий из пластмасс.

Высокое качество продукции, гарантийное и постгарантийное обслуживание изделий, шефское сопровождение документации.

**Производственные мощности**: мини-завод площадью 1100 кв.м с подъездными путями, собственным силовым трансформатором на 250 кВт, центральным отоплением, водоснабжением и канализацией.

МО., пос. Лотошино, ул.Сушзаводская, д.12,
Тел. (495) 979-38-00,
e-mail: **info@mechmast.ru,** http://**www.mechmast.ru**

**„FLOTT"** ***ГЕРМАНИЯ*** – *СВЕРЛИЛЬНЫЕ ЛИНИИ И ЦЕНТРЫ*
***от сверлильного настольного станка до сверлильного центра***

***доставка • пусконаладочные работы • обучение персонала***
***гарантии документация на русском языке***

***Настольный станок ТВ Р18 ST***

***Сверлильный центр ВС 30 Elite***

***Сверлильная линия DOFRA***

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

По завершению механической обработки и отработке программы динамической балансировки изделие устанавливается на станок для динамической балансировки (**рис. 7**).

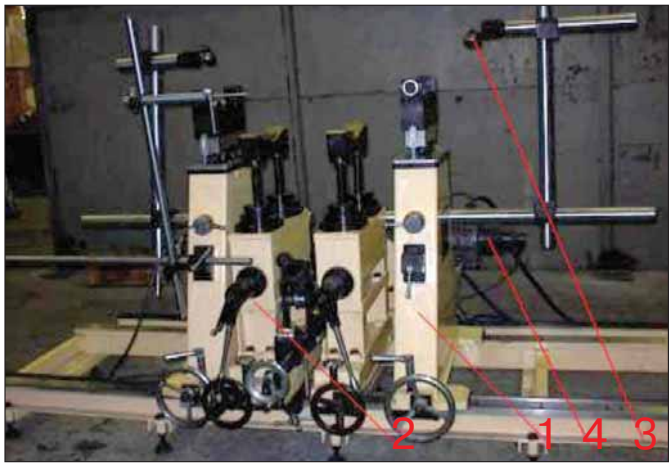



**Рис. 7. Станок для динамической балансировки роторов**

Шейки устанавливаются на ролики стоек **1**, при необходимости используются промежуточные опоры **2**. На торцы шеек изделия крепятся шаблоны, с помощью которых датчиками **3** снимается информация о вибрации изделия. Изделие приводится во вращение электродвигателем **4** через ременной привод. Данные с датчиков **3** поступают в компьютер, где уже задана программа балансировки данного изделия. В завершении на дисплей компьютера выводятся значения масс уравновешивающих грузов справа и слева. Грузы указанных масс крепятся к изделию и проводится новый цикл балансировки. Циклы повторяются до тех пор, пока значения уравновешивающих масс не достигнут заданных технической документацией.

Когда значения уравновешивающих масс определены, проводится завершающая часть балансировки – коррекция массы. Существует два способа коррекции: добавление массы и удаление массы. **Добавление массы** может выполняться путем крепления груза при помощи резьбы. В таком случае на торцевых поверхностях ротора выполняются резьбовые отверстия, в которые закручиваются балансировочные болты. Масса головки такого болта равна массе уравновешивающего груза. Применение этого способа гарантирует точность балансировки. Однако для крупногабаритных изделий часто значения уравновешивающих масс довольно высоки (например, для изделия на **рис. 5** – до 2 кг.). Поэтому используется добавление веса способом сварки, то есть нанесением расплавленного металла на поверхность ротора в нужном месте. При этом должны быть приняты меры для предотвращения температурной деформации и повреждения ротора. Часто добавление груза невозможно из-за конструктивных особенностей узла, в котором применяется изделие. Груз в процессе эксплуатации может повредиться, отскочить и т.д. В таких случаях применяют наиболее эффективный метод коррекции дисбаланса – **удаление массы.** Удаление массы может осуществляться сверлением на определенную глубину, либо фрезерованием. Применение метода требует дополнительных операций, а для крупногабаритных роторов – часто использования станков глубокого сверления или тяжелых обрабатывающих центров (при фрезеровке). Таким образом, ясно, что при изготовлении крупногабаритных роторов с самого начала технологического процесса нужно стремиться к минимизации всех видов дисбаланса.

**Выводы.** При изготовлении крупногабаритных роторов почти в 100% случаях нельзя устранить вибрации путем механической обработки. Эксплуатация изделия с неустраненными вибрациями приводит сначала к разрушению подшипниковых опор, затем станины, и итогом становится выход из строя всего оборудования. Минимизировать вибрации, чтобы их влиянием при эксплуатации изделия можно было пренебречь, возможно только путем балансировки ротора. Поэтому балансировка крупногабаритных роторов является обязательной частью технологического процесса изготовления изделия.

**Инж. А.Л. Зельдович**
**Директор ООО МИПФ «Инженерная техника»**

*В статье использованы фотографии оборудования ООО МИПФ «Инженерная Техника» и изделий, изготавливаемых или ремонтируемых предприятием.*

KAMIOKA
**ТАЙВАНЬ** – ТОКАРНЫЕ, ФРЕЗЕРНЫЕ, ОБРАБАТЫВАЮЩИЕ ЦЕНТРЫ, ШЛИФОВАЛЬНЫЕ СТАНКИ

Плоскошлифовальный станок G-3060

Токарный обрабатывающий центр CL-42

Вертикальный обрабатывающий центр VMC-4000

Вертикальный обрабатывающий центр VMC-1000

доставка • пусконаладочные работы • обучение персонала • гарантии
документация на русском языке

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

ВСЕ ДЛЯ ГИДРОРЕЗКИ – СТАНКИ, ЗАПЧАСТИ, АБРАЗИВ, СЕРВИС

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

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

AccuStream

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

abrajet
ABRASIVE GARNET
CHOOSE THE BEST

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

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

GEKA

**Тел. (495) 228-03-02**
**www.gekamos.ru**

УНИВЕРСАЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

# ДАВАЙТЕ ЛИТЬ МЕТАЛЛ, КОПИРУЯ СТРУКТУРЫ ВСЕЛЕННОЙ!

**Skeleton and cellular metal structures and materials may be cast by gasified foam models, by making them on analogues of animate and inanimate nature. Such products are considered to materials of the future. They are 50-90% lighter than compact materials and significantly enhance the properties of the metal products.**

Каркасные и ячеистые металлические конструкции и материалы возможно отливать по газифицируемым пенопластовым моделям, выполняя их по аналогам из живой и неживой природы. Такие изделия относят к материалам будущего. Они расширят свойства металлопродукции, поскольку на 50-90% легче компактных материалов. Их потенциал применения – несущие, армирующие, изолирующие, ограждающие, демпфирующие удары конструкции, способные взаимодействовать с объемом или потоком вещества / энергии. Они применимы для очистки газов, жидкостей, глушителей шума, датчиков систем давлений, взрыво- и пламяпреградителей, адсорбционных, акустических, отопительных, теплообменных устройств, элементов источников тока, катализаторов, электродов, для сверхлегких конструкций, в том числе для летательных и космических аппаратов, и как костяк для композиционных материалов.

## ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ЛГМ

Современное литейное производство ориентируется на существенное снижение металлоемкости изделий. В свете этой тенденции наблюдается динамичное распространение способа литья по газифицируемым моделям (ЛГМ-процесс), когда пенопластовая модель в форме из сухого песка замещается расплавленным металлом и образует высокоточную отливку. При ЛГМ исключается применение связующих для песка, а прочность формы достигается за счет вакуумирования - перепад атмосферного давления и внутриформенного разрежения прессует форму, отводя газы из формы без выделения дыма в атмосферу цеха.

Институт ФТИМС НАН Украины (отдел формообразования под рук. проф. Шинского О.И.), в течение последних десятилетий совершенствующий технологию ЛГМ, спроектировал и запустил ряд цехов в России, поставил и внедрил базовое техническое оборудование производительностью 100 - 5000 т/год [1] в Польше и Вьетнаме, из последних объектов - цех на 400 т/месяц в г. Днепропетровске.

Производственный потенциал технологии ЛГМ относительно создания новых материалов и конструкций далеко не исчерпан. Исключительная легкость обработки пенопластов, особенно с совершенствованием и удешевлением 3-D фрезеров (вплоть до настольных), которые с экрана компьютера вырезают из плиты пенопласта все, что изображено на экране монитора. Это позволяет не только быстро получить модель отливки, но и сразу модель пресс-формы с автоматическим учетом припусков и размеров нескольких технологических переделов.

С другой стороны, машиностроение для упаковочной промышленности создало большую гамму высокопроизводительных пластавтоматов для получения по указанным пресс-формам любых серий пенопластовых моделей. Быстрое изготовление пенопластовой модели сочетается с высокой текучестью сухого песка, который при изготовлении песчаной литейной формы во время уплотнения вибрацией за 1-2 минуты заполняет вокруг модели ее мельчайшие фигурные каналы и поверхности.

## НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Ряд открытий последних лет существенно расширил возможности литейного производства. Ярким примером тому служат проведенные в Германии работы по изготовлению стальной пены литьем по выжигаемым моделям в формах со связующим [2]. Результаты этих работ, фотографии пенополиуретановой пены с открытыми порами размерами до 2,5 мм (**рис. 1 а**), служащей выжигаемой моделью для литья стальной пены, а также образцы литой пены из нержавеющей стали 316L с размером ячейки 20, 45 и 60 ppi (**рис. 1 б**.) и трубчатые теплообменники со стальной пеной (стальс 316L) с ячейкой размером 20 ppi (**рис. 1 в.**) можно найти в ежегодном отчете института (Fraunhofer Institute for Manufacturing Technology and Applied Materials Research (IFAM), Dresden) за 2005 г. на сайте www.ifam-dd.fraunhofer.de/fhg/Images/jb2005_en_tcm280-110994.pdf.

В этих работах отмечается, что ячеистые материалы расширяют существующий спектр свойств, так как они на ~50-90% легче компактных материалов, а стальная пена имеет минимальную пористость ~80% и высокую для данного уровня пористости конструкционную прочность и жесткость. Однако надо отметить, что промышленное использование полиуретановой пены, как указано в работе [2], в качестве модели с размером пор не выше 2,5 мм, по нашему мнению, ограничивает размеры получаемой металлической пены как ячеистого материала, кроме того, на ней трудно стабильно получать одинаковые функциональные свойства, так как проницаемость двух одинаковых образцов различна.

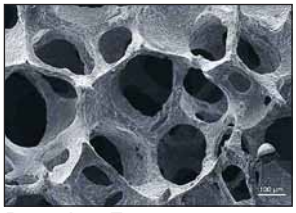


**Рис. 1а. Пенополиуретановая пена со сквозными порами (увеличено), размер ячейки до 2,5 мм**

**Рис. 1б. Образцы литой пены из нержавеющей стали 316L с размером ячейки 20, 45 и 60 ppi**

**Рис. 1в. Трубчатые теплообменники со стальной пеной (сталь 316L, ячейка шириной 20 ppi)**

## ТЕХНОЛОГИЯ В РАЗВИТИИ

Оценив технические возможности изготовления такой пены и сотовых конструкций в отечественных условиях, мы разработали ряд новых моделей для ЛГМ, поскольку описанный в указанной работе [2] процесс ее получения имеет длительные энергоемкие операции: выжигание модели, прокаливание формы.

Получить полиуретановую пену со стабильными размерами ячеек и толщиной перегородок затруднительно. Как и пролить тонкие перегородки пены без спекания металла с формировочной смесью со связующим, это может нарушить однородность структуры металлической пены. В отличие от указанной технологии [2] во ФТИМС в настоящее время созданы и патентуются варианты литья металлов с открытой пористостью в вакуумируемые формы из сухого песка без связующего по пенопластовым моделям. Модели выполнены в виде пространственных решеток, в частности, напоминающих изображение кристаллических решеток в кристаллографии (**рис. 2**). При этом участки между узлами ячеек литейной модели заполнили перемычками (перегородками), а сами узлы стали служить соединениями или скрещиваниями перемычек.

Для кристаллических решеток по канонам кристаллографии характерна трехмерная периодичность: определив структуру одной элементарной ячейки, можно построить всю решетку, например, используя простую геометрическую операцию параллельного переноса.

Модель участка двумерной «сетки» таких решеток с одним рядом вертикальных перемычек удобно выполнить в пресс-форме с плоским разъемом. При этом получаются элементы одной конструкции, из которых путем склеивания в стопке (повторением в решетке) набирают пространственную решетчатую конструкцию. Размеры пор-отверстий полу-

чаемого литого материала могут быть до десятков и больше миллиметров, тогда как размеры ячеек решеток кристаллов, используемых как прообразы для пенопластовых моделей, составляют порядка десятых нанометра.

Если размеры ячеек позволяют, то можно ввести в пространство между перегородками пористые непроницаемые для песка трубопроводы. Подключение этих трубопроводов к вакуумному насосу улучшает заполнение формы металлом, стимулируя эффект вакуумного всасывания расплава, который позволит предотвратить недоливы формы и значительно увеличить размер литой конструкции, даже тонкостенной.

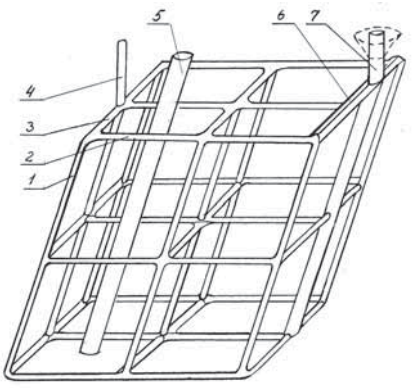



**Рис.2. Модель пространственной решетки**
**1, 2** и **3** – перемычки **а, в, с, 4** – выпор, **5** – пористый трубопровод, **6** – шлакоуловитель, **7** – стояк

Пример такой модели (**рис. 2**) показан в виде пространственной решетки, где есть одинаковые элементарные три детали - перемычки **1**, **2** и **3**, которые обозначаются буквами а, в, с. Они составляют элементарную ячейку как трехмерное образование. Путем продолжения одного из рядов перемычек выполнен выпор **4**. На определенном расстоянии от перемычек при последующей засыпке песком может быть установлен пористый трубопровод **5**, ряд утолщенных перемычек может служить шлакоуловителем **6** при запертой литниковой системе, а другой ряд утолщенных перемычек - стояком **7** (место установки литейной воронки показано пунктиром).

## В СОГЛАСИИ С ПРИРОДОЙ

Изображать внутреннюю структуру кристалла в виде пространственной сетки, узлы которой совпадают с центрами частиц в кристалле (то есть решетками), начал с 1848 года О. Браве. Он предложил 14 решеток Браве, которые легли в основу кристаллографии и отличаются одна от другой набором элементов симметрии, или сингонией, и типом центрирования.

При изготовлении модели решетки, подобной изображению на **рис. 2**, повторяющиеся элементы из пенополистирола получают спеканием в пресс-форме или вырезанием из блока (в единичном производстве). Такое выполнение модели гарантирует получение сквозных пор или полостей, которые заполняют сухим песком при формовке. Для изготовления в заданном месте пористой модели монолитного участка или стенки этот участок или несколько перемычек обматывают синтетической пленкой, предотвращая доступ песка в эту зону модели, заполняемую впоследствии металлом.

Каждая из пор литого материала, полученного по таким моделям, имеет точные стабильные размеры, форму, пространственную ориентацию в материале, периодичность повторения, толщины стенок и перемычек (в отличие от полиуретановой пены), поскольку модель выполняется по чертежам и изготовляется чаще всего в точной металлической пресс-форме предпочтительно на пластавтоматах. Расширению служебных свойств материала будет способствовать, например, введение в его поры при сборке модели вставок из другого материала, которые остаются в литой конструкции. Полости и перемычки литого материала могут выполняться различных размеров и форм, с разным их чередованием. Прочностные характеристики материала будут иметь некоторую корреляцию с параметрами кристалла, кристаллическая решетка которого копируются, а металл литых тонких (3...8 мм) перемычек, как правило, в 1,2...1,4 раза прочнее, чем толстостенных (15...40 мм) из-за образования в тонких телах преимущественно мелкозернистой структуры.

В отдельных случаях некоторые или все перемычки литого материала могут выполнять криволинейными, например, S-образными, а стенки неплоскими. Такое «улучшение структуры» копируемых природных конструкций при создании наших материалов повышает их служебные свойства, когда важно достичь большой удельной площади поверхности при применении их для электродов, теплообменников, катализаторов и т. п. Для сборки нескольких литых каркасных деталей в одну конструкцию на свободных концах перемычек этих деталей могут быть выполнены литьем средства монтажа либо предусмотрена возможность сваривания, в том числе, с

изделиями из проката. Оптимизация пространственных литых конструкций и размещения одноразовых моделей в объеме песка – один из резервов новых возможностей, свойственных «объемной» формовке при ЛГМ, в отличие от формовки с плоскостью разъема, присущей традиционным видам литья в парных опоках. Это преимущество ЛГМ прежде всего используют для мелких отливок при сборке одноразовых моделей из элементов в стопки или «кусты» с одновременным формированием коллектора литника как несущей конструкции, чем в 1,5...2 раза увеличивают металлоемкость формы.

С целью повышения качества и служебных возможностей пространственных отливок, а также отливок, заливаемых в виде блоков или «кустов», предложено модельные конструкции собирать по принципу ботанического явления филлотаксиса (буквально - листорасположения). Например, при спиральном филлотаксисе из-за одинакового угла между соседними листками (около 137,5 °) ни один лист не затеняет другой. [3]. При этом природные, созданные из повторяемых элементов симметричные структуры, в которых четко прослеживаются числовые закономерности [4], подтверждают слова В.И. Вернадского о неевклидовой геометрии живой природы [5].

## ПРИМЕРЫ ПОЛУЧАЕМЫХ СТРУКТУР

На **рис. 3** показан пример модели в виде отдельных элементов **1** (или моделей отдельных деталей), закрепленных на стояке **2** (коллекторе литника). Стояк и элементы выполняются из пенопласта. Модель на **рис. 2** может представлять конструкцию, которую в литом виде используют целой, например, как армирующую, или быть блоком из отдельных закрепленных на стояке деталей, которые после отливания из металла отделяют от стояка. Воронка стояка показана пунктиром.

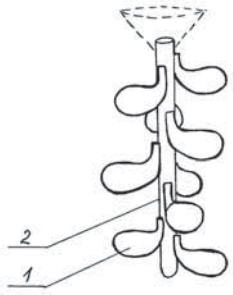



**Рис. 3. Модель. 1 - элемент (модель детали), 2 - стояк (коллектор литника)**

Подобно образованию в пространстве листовой мозаики наиболее рациональное размещение модельных элементов **1** (**рис. 3**) как в целостной пространственной конструкции, так и деталей на коллекторе, позволит равномерно расположить элементы модели в вакуумированном песке формы. Равномерность вакуумирования повышает качество отливок при улучшении режима эвакуации из формы продуктов газификации моделей, оптимизирует газовое давление как в песке, так и над зеркалом металла во время заполнения формы, уменьшает вероятность образования дефектов на полученной отливке. Охлаждение равномерно размещенных в объеме песка отливок или их частей также способствует повышению стабильности их свойств.

Возвращаясь к теме литья сотовых металлических пространственных структур в виде крупноячеистой пены, рассмотрим конструкцию модели из повторяемых элементов, разработанную во ФТИМС. В этой конструкции использованы геометрические правила, описанные бельгийским ученым Ж. Плато и определяющие структуру пены как самопроизвольно образуемой природной структуры [6].

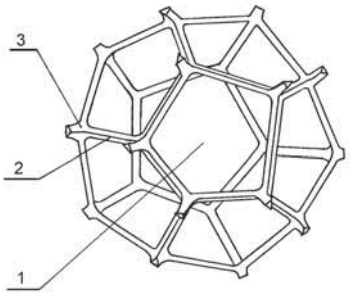



**Рис. 4. Модель в виде пентагонального додекаэдра. 1** – открытые сквозные полости, **2** – ребро, **3** – точка соединения четырех ребер

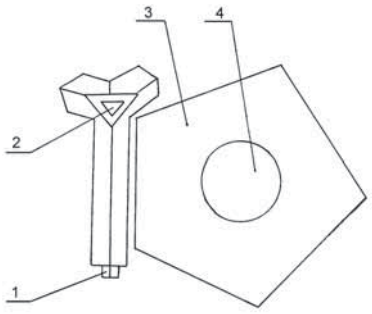



**Рис. 5. Повторяющийся элемент модели для сборки каркаса ребер. 1** – шип, **2** – паз

На **рис. 4** показан пример участка литейной одноразовой (пенополистироловой) модели подобной типичной ячейке монодисперсной пены в виде многогранника пентагонального додекаэдра с открытыми сквозными полостями 1, расположенными в каркасе из ребер 2 этих ячеек. Эта ячейка модели аналогична мелкоячеистой модели из пенополиуретана (**рис. 1а**). Ребра представляют собой взаимосвязанную систему, в которой в одной точке **3** сходятся по четыре ребра. Если в каждом ребре многогранника–ячейки пены сходятся три пленки, углы между которыми равны и составляют 120°, то при построении модели в базовом варианте на гранях многогранника пленку не выполняют, оставив одни ребра и получив из них каркас.

Согласно правилам Плато ребра представляют собой взаимосвязанную систему, пронизывают весь каркас пены и при схождении четырех ребер в одной точке образуют по всей пене одинаковые углы 109° 28'. Площадь поперечного сечения треугольного ребра (канала Плато) определяется как $S = r^2(3^{1/2} - \varpi/2)$, где r – средний радиус пузырька газа (в наших расчетах - шара, вписанного в многогранник-ячейку модели).

На **рис. 5** показан пример повторяющегося элемента для сборки каркаса из треугольных ребер с использованием соединения «шип-паз», шип **1** и паз **2**. Этот элемент, как и другие части модели, может быть выполнен из пенополистирола и других материалов для удаляемых одноразовых литейных моделей. Для засыпки формовочного песка по крайней мере одно отверстие пятиугольного сечения в каждом или в некоторых из ячеек выполняют открытым, а остальные или по крайней мере одно при сборке модели могут закрывать пластинами или пленками, расположенными между угловыми ребрами треугольных в сечении ребер. На **рис. 5** рядом с элементом-ребром показана плоская пластина **3**, которая крепится к ребрам и закрывает пятиугольное отверстие (грань ячейки) или может быть выполнена для использования в качестве шаблона, вокруг которого смыкаются в пятиугольник ребра. В торце пластина **3** может иметь по периметру клинообразную борозду, по которой удобно ориентировать ребра или крепить ее к ребрам, а также может иметь отверстие **4** круглой или дугой формы и в заданном количестве. Аналогично пластине может использоваться пленка для закупоривания пятигранного отверстия.

Таким выборочным закрыванием граней при сборке модели можно регулировать проницаемость конструкции. Если требуется продувать, например, воздухом ячеистую конструкцию в одном прямолинейном направлении (а в других направлениях проход не желателен), то по две (противоположные) грани в каждой ячейке, имеющие в этом направления наибольшее проходное сечение, должны быть открытыми, а все остальные закрытыми. Полным или частичным закрыванием отдельных граней можно создавать различную траекторию движения вещества в порах ячеистого материала. Причем закрываться грани ячеек могут пластинками из металла, частично вставленными в тела ребер модели. После заливки и замещения металлом модели или полости от модели металл ребер охватывает металл пластинок или сплавляется с ним.

## МАТЕРИАЛЫ БУДУЩЕГО

Завершая тему о пенообразных конструкциях, процитируем информацию из Википедии (http://ru.wikipedia.org): «Результаты наблюдений в августе 2006 года во время нанесения на карты областей распределения темной материи в скоплении галактик Cl 0024+17 (ZwC10024+1652) свидетельствуют о том, что Вселенная представляет собой набор бесконечно повторяющихся додекаэдров» [7]. Если галактики обладают пеноподобной структурой, о чем также писал в журнале «Nature» Джеффри Викс, то и нам не грех «взять на вооружение» подобные конструкции, которые удобно получать литьем из металлов и сплавов.

**Рис. 6. Модель детали колосника печи**

**Рис. 7. Решетки ливнеприемников и канализационных систем, которые льют в стопках**

Предложенные модельные конструкции из элементов допустимых размеров от нескольких до сотен миллиметров и более с возможностью получения их деталей на пластавтоматах упростят конструирование ячеистых материалов, которые обычно называют материалами будущего и в описанном случае подобны пенным конструкциям, в том числе твердой пене с регулируемой структурой. На фотографии (**рис. 6**) в качестве примера применения пористых отливок показана модель кольцеобразной детали диаметром около 600 мм, которая имеет сквозные отверстия конусной формы по всему своему телу, тем самым представляя собой относительно простой вариант пористой конструкции. Диаметры одинаковых конусных отверстий имеют размеры: максимальный 5 мм, минимальный 2 мм. Эта деталь служит колосником промышленной печи для сжигания сухой соломы и камыша как альтернативных источников энергии. Выливание таких деталей другими способами, кроме ЛГМ, со сравнимой экономичностью, практически невозможно.

На **рис. 7** слева показана решетчатая конструкция отливки, которую удобно собирать в пространственную решетку из моделей, 4 модели из пенополистирола показаны справа. Такую отливку из легированного чугуна получают в виде единой стопки решеток из десятка штук, стопка имеет высокую жесткость и дает при литье стабильные размеры отдельных плоских решеток, а также оптимально заполняет литейную форму по объему до максимального числа отливок в ней. Затем стопку разрезают на отдельные плоские решетки для ливнеприемников и канализационных систем.

Пространственные решетчатые конструкции имеют «магнетическую способность» притягивать внимание многих конструкторов и архитекторов. Может быть, для того и рисовали еще Леонардо да Винчи (**рис. 8**), голландский художник-график Мауриц Эшер (**рис. 9**) свои «завораживающие» воображение пространственные решетки, чтобы мы могли разработать такую технологию их изготовления, как литье, обладающее возможностью «объемной» формовки.

Ячеистые пространственные материалы, полученные методом ЛГМ, расширят существующий спектр свойств по сравнению с компактными материалами. А литые решетчатые материалы, аналоги которых взяты из макро- и микромира живой и неживой природы, из сборных модельных элементов упростят конструирование и позволят наладить выпуск ячеистых материалов и каркасных легковесных изделий, и которые часто называют «материалам будущего».

**В.С. Дорошенко**
**dorosh@inbox.ru**
**Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев**

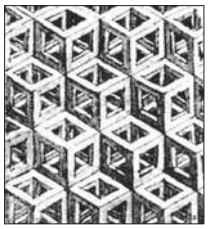


**Рис. 8. Рисунок Леонардо да Винчи**

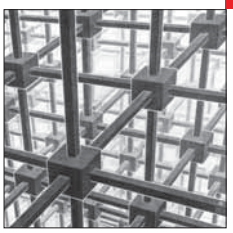


**Рис. 9. Рисунок художника Эшера**

ЛИТЕРАТУРА:

1. Дорошенко В. С. Способы получения каркасных и ячеистых литых материалов и деталей по газифицируемым моделям. - Литейное производство. - 2008. - №9. – С. 28-32

2. Моуала Х. и др. Стальная пена с открытыми порами – изготовление и свойства. Металлургия машиностроения, 2006, №6. С. 29-33.

3. Патент Украины 83447 МПК B22C7/00, B22C 9/00.- Опубл. 2008, Бюл. № 13. Литейная одноразовая модель / Шинский О.И., Дорошенко В.С.

4. Боднар О. Я. Геометрія філотаксиса. – Доповіді АН України. – 1992. – № 9. С. 9-14.

5. Вернадский В. И. Размышления натуралиста. Пространство и время в неживой и живой природе. – М.: Наука, 1975. – 220 с.

6. Тихомиров В.К. Пены. Теория и практика их получения и разрушения. – М.: Химия, 1983. С. 6, 7.

7. http://ru.wikipedia.org/

БЫСТРЫЕ, ТОЧНЫЕ, НАДЕЖНЫЕ ТОКАРНЫЕ СТАНКИ
SUN MASTER
SHUN CHUAN
Прецизионные высокоскоростные токарные станки
AHL-1840/1860/1880 / AHL-2140/2160/2180/21120
AHL-1840V/1860V/1880V / AHL-2140V/2160V/2180V/21120V
Прецизионные токарные станки с ЧПУ
CNC-1440/1640/1660
CRL-1440/1640/1660
УНИКАЛЬНЫЙ ДИЗАЙН
Управляемая ось + система долгой службы инструмента, токарная обработка, сверление, фрезерование (для серий CSC и CPЫ)
Мощные токарные станки с ЧПУ
CHC-2240/2260/2280/22120 (for CE version)
SHUN CHUAN MACHINERY IND. CO., LTD.
No. 5, Lin 1, Shan Kan Li, Yuan Li Town, Maoli County, Taiwan www.sunmaster-cnc.com
Tel.: +886-37-741-591 (Rep.) Fax: +886-37-741-593 E-mail: shunch@ms22.hinet.net

**ООО «АВТОГЕНМАШ»**
Поставка, внедрение, ремонт и модернизация машин термической резки с различной технологической оснасткой и широким выбором резаков, двигателей и электроприводов.
Тверь, улица Коминтерна, дом 99
Тел./факс: **+7 (4822) 32-86-33**
e-mail: **autogenmash@yandex.ru**
http://**www.autogenmash.ru**

см. стр. 39

ООО ГелаксПлюс

**СИСТЕМЫ ДЫМОУДАЛЕНИЯ И ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ПРИ СВАРКЕ И ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКЕ**
ООО «ГелаксПлюс»
129344 Москва, ул.Енисейская 1, стр.8
Тел./Факс +**7(495)228-64-95**
E-mail: **info@gelaxplus.ru** Http://**www.gelaxplus.ru**

см. стр. 49

**ПОРТАЛЬНЫЕ МАШИНЫ ТЕРМИЧЕСКОЙ И ПЛАЗМЕННОЙ РЕЗКИ**
**ООО «НЕВА-МК»** («Машиностроительная компания «НЕВА») разрабатывает и производит портальные машины термической (кислородной и плазменной) резки листового металла. Высокоскоростные малогабаритные установки «Юпитер 1» и большие промышленные машины «Юпитер 2»
Санкт-Петербург, пр. Стачек, д. 47,
тел./факс: **+7(812) 640-06-18, 640-08-51, +7(495) 640-06-18,**
e-mail: **info@mkneva.ru**, http://**www.mkneva.ru**

см. стр. 40

Ведущая итальянская компания **Selco srl** специализируется на разработке и производстве промышленных аппаратов и установок для дуговой сварки и плазменной резки.

**Selco srl** e-mail: **sales@selcoweld.com,** http://**www.selcoweld.com**

Представительство в Москве:
тел. **+7 (495) 5421748** e-mail: **m.makarov@selcoweld.com**

см. стр. 31

ВСЕ ДЛЯ СВАРКИ И РЕЗКИ
ЦСТ ЦЕНТР СВАРОЧНОЙ ТЕХНИКИ

**«Торговый Дом «Центр Сварочной Техники», ООО**
Поставка широкого ассортимента современного газопламенного и электросварочного оборудования, в т.ч. собственных серий резаков и горелок «ДОН» и сварочных инверторов «ВЕКТОР».

129323 Россия, г. Москва,
проезд Серебрякова,
дом 6, стр.2, офис 5.
Тел: **(495) 225-95-96** (многоканальный),
тел./факс: **(499) 180-81-80**
http:// **www.tdcst.ru**
e-mail: **svarka-cst@mail.ru**

см. стр. 46

IPG IRE-Polus

**НТО «ИРЭ-ПОЛЮС» РАЗРАБАТЫВАЕТ И ПРОИЗВОДИТ:**
Волоконные лазеры и усилители, работающие в диапазоне от 0.9 до 2.2 мкм;
Мощные и сверхмощные (до 50 кВт) промышленные волоконные лазеры;
Импульсные волоконные лазеры;
Телекоммуникационное оборудование для ВОЛС.
Вся продукция отличается высокой надежностью и большим ресурсом работы.
**141190, г.Фрязино, Моск.обл., пл. Введенского д. 1,** тел.: **(496) 255-74-48, (495) 728-16-39** факс **(496) 255-74-59**
e-mail: **sales@ntoire-polus.ru** http://**www.ntoire-polus.ru**

см. стр. 50

ВАБС

**Компания ВАБС**
Разработка и изготовление сложных сварочных систем.
Производство оборудования для автоматической и полуавтоматической сварки.
Адаптация цифровых систем к действующему оборудованию.

**ООО «АгроБлокСтрой»**
тел. **(8442) 98-75-99** e-mail: **office@vabs.ru**
http://**www.vabs.ru**

см. стр. 33

НАКАЛ®
оборудование для термообработки

Разработка, производство и продажа термического и химико-термического оборудования с рабочей температурой от 200°С до 1600°С. Разработка и изготовление систем управления термическими процессами на базе PLC.

**ЗАО «Накал - Промышленные печи»**
141506, Московская область, г. Солнечногорск, ул. Революции, д. 3
тел. **(495) 994-15-56,** e-mail: **nakal@nakal.ru**, http://**www.nakal.ru**

см. стр. 34

ООО «Рэд Стил». тел. **(495) 225-52-15** e-mail: **redsteel@mail.ru** http://**www.redsteel.ru**

RED STEEL®

**ПОСТАВКА И СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ БОЛГАРСКИХ МАШИН ДЛЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ РЕЗКИ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ**

см. стр. 30

**ООО «РОАР»**

Производство и продажа газорежущей и нагревательной аппаратуры для всех режимов эксплуатации с применением всех горючих газов и жидких топлив в смеси с кислородом и воздухом, запасных частей к ним.

**ООО «РОАР» Москва, ул. Ботаническая, 14**
тел. **(495)228-17-44 (многоканальный)**
e-mail: **sales@ruar.ru www.ruar.ru**

см. стр. 47

TECHNO PIPE
"Системы трубопроводов"

**Техно Пайп - авторизованный дилер компаний:**
- Orbitalum, оборудование для холодной резки и обработки труб;
- ORBIMATIC, машины для автоматической круговой сварки металлических труб;
- Agru, + GF + , Reinert - Ritz, системы трубопроводов из пластика;
- Acuster, оборудование для сварки пластиковых труб.

**ООО Техно Пайп**, Москва, ул. Гиляровского, д.68, стр.1, оф.2.
тел./факс: **(+495) 631-66-52** e-mail: **info@technopipe.ru** http://**www.technopipe.ru**

см. стр. 30

Рапид
ООО НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ "РАПИД"

**Научно-производственная компания "Рапид" производит:**
-лазерные раскройные станки с волоконными иттербиевыми лазерами IPG;
-лазерные комплексы с мощными $CO_2$-лазерами «Rofin-Sinar»;
-скоростные станки плазменной и термической резки с источниками плазмы Kjellberg и Hypertherm;
-установки гидроабразивной резки;
-координатные портальные столы с ЧПУ...

г. Воронеж, ул. Ильюшина, дом 3. тел. **+7(4732)516-749,** тел./факс **+7(4732)54-33-36**
e-mail: **mail@npkrapid.ru, npkrapid@yandex.ru** http://**www.npkrapid.ru**

см. стр. 45

СКТБ
АВТОГЕНТЕХМАШ

**ООО «СКТБ АВТОГЕНТЕХМАШ»** – проводит работы практически по всем направлениям автогенной тематики, осуществляя разработку и постановку продукции, а также изготовление и внедрение специальной автогенной техники.

Москва, 1-й Дорожный проезд, д.7
тел./факс **(495) 916-58-46, 313-02-90**
e-mail: **info@avtogentm.ru** , http://**www.avtogentm.ru**

см. стр. 43

**КОРПОРАТИВНЫЙ ЦЕНТР ПОДГОТОВКИ КАДРОВ «ПЕРСОНАЛ»,**
г. Магнитогорск.

Мультимедиаресурсы для подготовки сварщиков.

тел. **(3519) 23 - 09 - 56**

см. стр. 45

TECHNO PIPE
"Системы трубопроводов"

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

**ПОЛУЧЕНИЕ СТРОГО ПЕРПЕНДИКУЛЯРНОГО ТОРЦА ТРУБЫ!**

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

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

Сварка неповоротных стыков. Вварка труб в трубные решетки.

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

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

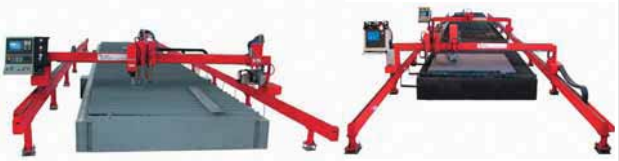
ООО «Техно Пайп»
129110 г. Москва, ул. Гиляровского, д.68, стр.1, оф.2
тел./факс (495) 631-66-52, 631-67-09, 642-99-37
Сайт: www.technopipe.ru, e-mail: info@technopipe.ru

RED STEEL®

**ООО «Рэд Стил». Тел. (495) 225-52-15**
E-mail: **redsteel@mail.ru** Http://**www.redsteel.ru**

**ЧПУ - Unisoft 6.1, Siemens 840D**

**серия «Двухсторонний привод», Газоплазменная резка**



**Ширина** 1,5 – 4м **Длина** 3 – 24м

**Источники фирмы Hypertherm**

**3D головка с управлением от ЧПУ**

**серия «Компакт», Плазменная резка**

**Ширина** 1 – 1,5м **Длина** 2 – 6м

**серия «Односторонний привод», Газовая резка**

**Ширина** 1 – 2м **Длина** 3 – 18м

**МАШИНЫ ТЕРМИЧЕСКОЙ РЕЗКИ ИЗ БОЛГАРИИ**
**ПОСТАВКА РАСХОДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

# ЧТО НАЗЫВАТЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМ СВАРОЧНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

*Какое оборудование считать профессиональным?*
*Которое я использую в профессиональных целях!*
Из интернет-форума

**The market of the welding equipment is rich and various. The abundance of offers from foreign manufacturers with names Pro / Super frequently misleads the consumers. However there is a number of criteria on which it is possible to establish unmistakably, whether the given welding device is professional or it is possible to name it so conditionally.**

Действительно, когда речь заходит о том, что называть профессиональным сварочным оборудованием, по каким критериям оценивать его принадлежность к тому или иному классу, нет единодушного мнения. И хотя приведенное с форума высказывание не лишено здравого смысла, тем не менее, определять класс оборудования, исходя из способа его применения, не совсем правильно. Ни у кого не вызывает сомнения существование хобби и профи линейки в сфере ручного инструмента, такого как, например, дрели. И практически каждый, кто хоть раз использовал их в своей работе, понимает и может объяснить разницу. Однако для сварочного оборудования граница между «профессиональное» и «любительское» как будто размыта. Не претендуя на последнюю инстанцию, попробуем разобраться.

## КЛАССЫ ОБОРУДОВАНИЯ

В сфере сварочного оборудования можно условно выделить три сегмента:

- оборудование хобби класса,
- профессиональное оборудование,
- полупрофессиональное оборудование (или для мастеров).

С оборудованием хобби класса все более-менее понятно. Это преимущественно однофазные аппараты для ручной дуговой сварки мощностью до 200А, предназначенные для кратковременной работы в «домашних» условиях, например, в гараже или на даче. Наибольшая путаница возникает с тем, чем отличается профессиональное оборудование от полупрофессионального, и существует ли последнее как класс вообще.

Начнем с того, что, например, в Европе нет проблемы с идентификацией степени профессиональности сварочного аппарата, поскольку есть четкое разделение, по которому в данный разряд попадает оборудование не более десяти ведущих производителей. При этом никому и в голову не придет использовать сварочный источник, предназначенный для мастерских, а тем более для хобби в индустриальном секторе, тогда как в России такое происходит сплошь и рядом. Почему?

Ответ на этот вопрос кроется в недостаточной информированности покупателей и в сознательном неправильном позиционировании зарубежными производителями своего оборудования на нашем рынке. Практически все оборудование из-за рубежа именуется профессиональным, а названия моделей пестрят эпитетами Супер и Профи, вводя потребителя в заблуждение.

Между тем существует ряд атрибутов, по которым можно безошибочно установить, является ли стоящий перед вами аппарат профессиональным или его можно назвать таковым условно. Они следующие.

## ЦИКЛ НАГРУЗКИ И МАКСИМАЛЬНЫЙ ТОК

Традиционно при оценке «профессиональности» сварочного оборудования используется такой показатель как цикл/период нагрузки, сокращенно ПН% (ПВ%, Х% в некоторых источниках). Считается, что для ручной дуговой сварки на максимальном токе он должен быть не менее 30-35%, а сам ток должен начинаться со 150 А и выше (из расчета, что планируется использование электрода ∅ 4 мм и выше). У аппаратов для сварки неплавящимся электродом в среде аргона этот показатель должен быть выше, в районе 60%, а для полуавтоматов начинаться с 60% и выше, вплоть до 100%. Здесь следует оговориться, как измеряют этот ПН в РФ и Европе. ПН определяют исходя из временного интервала либо 5 минут (в РФ), либо 10 минут (в Европе). Соответственно 30% ПН означает, что при интервале 10 мин аппарат будет непрерывно работать на указанном максимальном токе 3 минуты, а остальные семь «остывать». При 5 минутном интервале результат будет соответственно в 2 раза меньше.

Особое внимание следует обратить на температуру, при которой происходило измерение ПН. Европейские нормативы предписывают указывать при 40°С и статической нагрузке. На большинстве псевдо профессиональных аппаратах указывается только ПН при 20-25°С и в реальном режиме сварки, который менее нагруженный. Неудивительно, что отдельные пользователи чувствуют, что аппарат слабее, чем указано на корпусе и искренне считают, что для ∅ 4 мм электрода требуется 350А ручник, а для сварки проволокой ∅ 1,6 мм обязательно 500А полуавтомат, а лучше на 600-700А, чтобы с запасом.

В той же Западной Европе, за исключением в составе автоматизированных систем, практически не используют полуавтоматы мощностью более 350А и проволоку более ∅1,2 мм, решая проблему проплавления, скорости и качества за счет использования газовой смеси, импульсных режимов и специальных процессов контроля дуги. Напротив, наши бывшие коллеги по соцлагерю, как и в России, тяготеют к большим токам про запас.

## КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ

### Класс нагревостойкости изоляции трансформатора

Класс нагревостойкости электротехнического изделия отражает максимальную рабочую температуру, свойственную ему при номинальной нагрузке и других условиях. Согласно существующим нормативам (в России ГОСТ 8865-93) выделяют 9 классов нагревостойкости изоляции электротехнических изделий.

Для профессионального оборудования не применяется класс ниже Н (180°С), тогда как для хобби В – обычная практика. По сути класс нагревостойкости изоляции прямо влияет на ПН и может служить косвенным признаком, позволяющим распознать недостоверно указанные данные ПН, если производитель слукавил.

### Класс защиты по IP

Характеризует степень защиты аппарата и условия его применения (на открытом воздухе, в укрытии, т. е. в помещении). Для профессиональных аппаратов обычно должен быть не ниже 21 S или 23 S.

### Эргономика

Под этим термином понимается, что сварочный аппарат удобен и безопасен в использовании. В общем случае это означает отсутствие острых углов, удобство считывания информации с панели, разумный минимум рукояток регулировки и кнопок. В отношении вида дисплея при его наличии нет однозначных рекомендаций, допустимо использовать как

светодиодный, так и жидкокристаллический, при этом последний наиболее оправдан для сложных аппаратов, подобных мультисистемам и аргонодуговым аппаратам для сварки алюминия, отличающимся обилием функций и настроек.

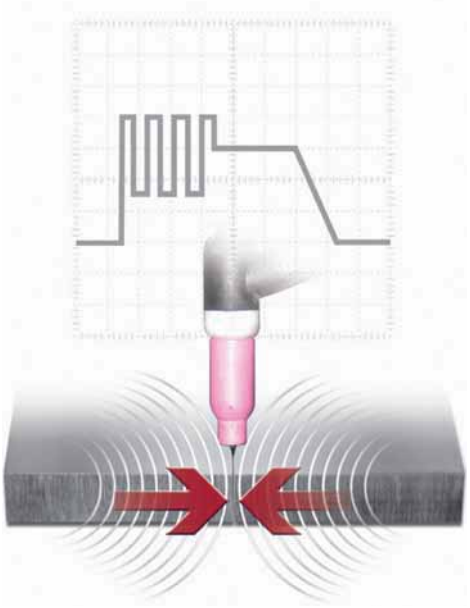
### Внешние интерфейсы

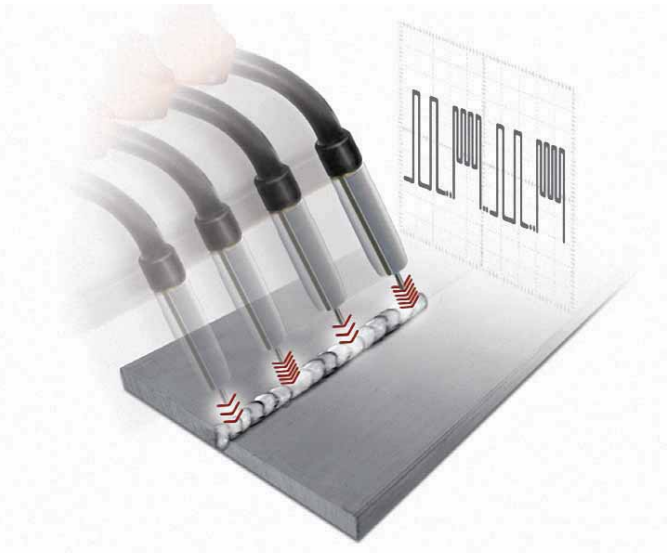
Наличие в линейке производителя аппаратов с различными современными интерфейсами: возможность подключения к ПК, интеграции в автоматизированные системы, подключения цифровых горелок, программного обеспечения для управления с ПК и т.п. Кто-то может возразить, что во многих случаях эти примочки не требуются. Это справедливо, однако присутствие таких интерфейсов говорит об общем уровне развития технологии производителя, и как для современных компьютеров

наличие разъема USB является практически стандартом, так и для отдельных типов сварочных аппаратов наличие внешних интерфейсов становится если не обязательным, то, по крайней мере, ожидаемым атрибутом.

## ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ

Прежде всего, речь идет о минимальном наборе специальных сварочных функций, позволяющих управлять динамикой сварочной дуги, ее зажиганием и стабильностью, и облегчающих работу сварщика. Как правило, для ряда процессов, например, аргонодуговой сварки алюминия, существует джентльменский набор функций, вроде регулировки баланса и смешанного переменного/постоянного тока, который обязательно присутствует в оборудовании для профессионального и индустриального использования.

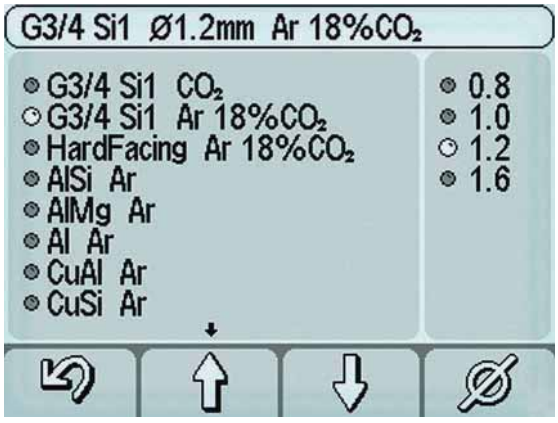




## СИНЕРГЕТИКА

Под синергетикой понимается набор сварочных программ (синергетических кривых), позволяющих облегчить настройку и работу аппарата. Наиболее часто синергетика применяется для полуавтоматической сварки в среде инертных/активных газов, когда путем нажатия одной-двух кнопок можно оптимально настроить все сварочные параметры. И если для стандартной сварки МИГ/МАГ выбор аппарата с ручной настройкой или синергетической зависит от предпочтения и квалификации сварщика, то для режима импульсной сварки и сварки на двойном импульсе наличие синергетики обязательно. Имеются примеры оснащения синергетикой аппаратов и для ручной дуговой сварки.

Для полупрофессиональных аппаратов и даже для хобби также имеет место присутствие синергетики, однако, с небольшой, но ощутимой разницей. Основное отличие состоит в том, что синергетические кривые для профессионального оборудования автоматически корректируются, исходя из изменяющихся условий процесса сварки (неоднородность защитного газа, положение горелки, пространственное положение, скачки напряжения в сети, вылет проволоки, чистота свариваемого материала и т. п.) посредством интерактивной обратной связи. Для неиндустриальных аппаратов кривые раз и навсегда жестко определены и применимы только для «идеальных» условий, в которых они были получены. Естественно в реальных условиях такие кривые могут давать далекие от оптимальных настройки и часто скорее мешают, чем помогают сварщику.




## ЦЕНА

Для профессиональных сварочных аппаратов она не может быть низкой. И дело не в жадности производителя или торгующей организации. Просто для профессионального оборудования издержки не ограничиваются только затратами на производство. Для развития и выпуска новых моделей необходимо проведение НИОКР и инвестиции в эти работы, которые ложатся на серийно выпускаемые изделия, увеличивая их конечную цену.

## ВЫВОДЫ

Подводя итоги, хотелось бы подчеркнуть, что несоответствие сварочного оборудования упомянутым критериям не означает, что вы получите некачественный шов, поскольку настоящий профессионал способен достичь результата и на посредственном аппарате. Однако в рамках промышленного производства правильный выбор класса оборудования позволит повысить производительность, надежность и качество при снижении требований к мастерству сварщика, что особенно актуально в настоящее время в связи с повсеместным недостатком квалифицированных кадров.

**Максим Макаров**
**Директор по продажам в России**
**Компания Selco s.r.l.**
**m.makarov@selcoweld.com**

ВАБС

**РАЗРАБОТКА, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ЗАДАНИЮ**

**Оборудование для производства сварной двутавровой балки.**

- Станы для исправления “грибовидности”
- Установки для сборки
- Цепные кантователи
- Автоматизированные установки для сборки, сварки и правки.
- Поточные линии для сварки в лодочку.

**ООО «Агроблокстрой» г.Волгоград**
**400051 ул.Гагринская 7**
**(8442)98-75-99, 64-20-54**
**prom@vabs.ru**
**www.vabs.ru**

# МППА-SSi12 – ПРОРЫВ В «ЖИДКОСТНОЙ» ЦЕМЕНТАЦИИ

## ВВЕДЕНИЕ

Компания «Накал», являясь безусловным лидером в производстве оборудования для термообработки, строит свою техническую и инвестиционную политику в соответствии с реальными запросами промышленности. До последнего времени комплектация шахтных электропечей средствами создания печных атмосфер из жидких исходных компонентов была проблематичной – на рынке отсутствовали изделия, удовлетворяющие в полной мере требованиям заказчиков. В этой связи, исходя из имеющихся собственных наработок в технике газовой цементации и оснащенности опытного термического производства, компания «Накал» приняла решение о создании собственной «жидкостной» установки нового типа.

## СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Приготовление печных атмосфер для газовой цементации из жидких исходных компонентов – керосин, метанол, триэтаноламин, синтин и др., стало известно немногим позже, чем применение твердых карбюризаторов.

Однако до сих пор этот метод остается достаточно привлекательным и востребованным в промышленности.

Первый опыт работы с рассматриваемыми процессами автор прибрел во второй половине 70-х годов прошлого века, будучи цеховым инженером ГПЗ-2 (Москва) на электропечи Ц-105 с капельницей и секундомером.

Следует отметить, что во всех рассмотренных ниже примерах реализации данных технологий автор принимал непосредственное участие на стадиях либо разработки, либо производства, либо запуска в эксплуатацию, либо всего вместе.

Что же привлекает промышленность 21-го века в жидком углеводородном сырье для газовой цементации при всеобщей доступности готовых газообразных углеводородов и развитой технике газовой цеметации с управляемыми технологическими процессами?

По мнению автора – прежде всего всеобщий рост требований к качеству цементованного слоя, являющийся следствием роста требований к долговечности деталей машин.

До настоящего времени значительное количество производителей в методах контроля результатов цементации удовлетворялось «подсиненным» изломом закаленного образца-свидетеля для определения толщины слоя и напильником для контроля твердости поверхности после окончательной термообработки. Инфраструктура таких предприятий, их персонал были ориентированы либо на применение древесного угля с гидроксидом бария, либо на керосин 120 капель в минуту в СНГ или метанол 200 мл в час в остальном мире.

Однако все больше и больше производителей сталкиваются с заказчиками, требующими регламентированных цементитной сетки, остаточного аустенита и микротвердости на определенном расстоянии от поверхности. Общеизвестно, что таким требованиям может удовлетворять только управляемая газовая цементация.

Под управляемой газовой цементацией договоримся далее иметь в виду процессы в печных атмосферах состава, управляемого косвенными методами определения углеродного потенциала. Естественно, с калибровкой средств косвенного определения углеродного потенциала прямым методом – фольговой пробой.

В то же время следует отметить, что сейчас значительно ужесточены требования по безопасности и формализации применения газообразных углеводородов в промышленности. В особой степени это касается вновь организуемых или реконструируемых производств. Попросту говоря, если у вас с давних пор в цехе есть природный газ низкого или среднего давления, «цена вопроса» запуска управляемой газовой цементации с применением газообразных углеводородов одна. Если нет, то стоимость проектных и разрешительных мероприятий превысит стоимость основного технологического оборудования.

Другая сторона вопроса – моральная неготовность персонала большинства реконструируемых и вновь создающихся предприятий к работе с горючими газами. В этом много как субъективных, так и объективных факторов.

Все перечисленное в совокупности влияет на управленцев при принятии решения о пути реализации управляемых процессов газовой цементации.

## ИСТОРИЯ ВОПРОСА

Первая известная автору отечественная попытка реализации управляемой газовой цементации с жидкими носителями была осуществлена в московском НИИТавтопром`е на рубеже 70...80-х годов 20-го века. Установка **УЖКА** имела модули подачи жидкостей с определением расхода с помощью ротаметров и планировалась к применению, предположительно, с установками **РЕОКС** для косвенного определения углеродного потенциала печной атмосферы по содержанию $CO_2$.

Опробованные принципы управления печной атмосферой были положены в основу при создании в НИИТавтопром`е установок **СТАР-3**. Во 2-й половине 80-х – начале 90-х годов установки СТАР-3 были запущены на московском ММПП «Салют», ступинском предприятии «Аэросила» и в Инструментальном производстве «ВСМПО» (Верхняя Салда). Как видим, несмотря на профиль института, управляемая газовая цементация с приготовлением атмосферы из жидких углеводородов в автопроме применения тогда не нашла. Это и естественно - автопром работал на механизированных и автоматизированных печных агрегатах, преимущественно импортных. В то же время отрасли, ограниченные в приобретении импортного оборудования и в применении сетевого природного газа из мобилизационных соображений на особый период, продемонстрировали готовность к принятию данной техники.

Основной принцип работы установки СТАР-3 - измерение содержания $CO_2$ в печной атмосфере и добавка воды к керосину или синтину при снижении содержания $CO_2$ ниже заданного. Требуемое содержание $CO_2$ определялось установленным для данного процесса углеродным потенциалом и температурой и задавалось технологом при разработке технологической карты. Установка сопровождалась специально разработанными для этой цели таблицами определения углеродного потенциала по измеренным температуре и содержанию двуокси углерода.

Газоанализатор имелся один для обслуживания 3-х точек с циклом 90 секунд на точку. Блок газоотбора имел компрессор и трехпозиционный клапан, переключавший точки контроля. Одновременно переключался выходной сигнал газоанализатора на соответствующий контур регулирования. В течение 1 из 4,5 минут установка подавала на одну из печей добавку воды по некоему «релейно-импульсному закону» регулирования. Затем регулирование прерывалось для обслуживания следующих печей.

Блок подач работал по принципу выдавливания жидкостей в трубопроводы к печам за счет давления воздуха над зеркалом жидкости в резервуарах, создаваемом отдельным микрокомпрессором.

Установки комплектовались аппаратурой производства ГДР и собирались на Луцком Автомобильном заводе в УкрССР. После 1991 года и то и другое стало проблематичным.

Как показала практика, так называемый «монокомпонентный метод» косвенного определения углеродного потенциала имел низкую степень сходимости с прямым методом – фольговой пробой. Помимо периодической калибровки газоанализатора поверочными газовыми смесями требовалось иметь информацию о реальной температуре в рабочем пространстве печи от контрольной термопары. Все это не исключало необходимости периодической обработки фольговой пробы для компенсации всех погрешностей. В варианте

прерывистого управления углеродным потенциалом не обеспечивалось стабильного во времени процесса поддержания углеродного потенциала на требуемом уровне. Значительные проблемы вызывала необходимость аккуратной работы с отбором пробы газа на анализ – завышенное содержание паров воды зачастую выводит газоанализатор из строя.

Однако, хотя и со значительными трудностями, установки СТАР-3 обеспечили значительное повышение качества цементации, и на ММПП «Салют» и «Аэросила» в конце 90-х годов была проведена их модернизация с переходом на отечественную аппаратуру, увеличением количества газоанализаторов до 3-х (каждая печь – свой канал измерения и управления) и установкой ПИД-регуляторов непрерывного действия. Непрерывный процесс измерения и управления составом печной атмосферы стабилизировал поддержание углеродного потенциала печной атмосферы во времени процесса.

Следующий этап отечественного процесса в данном направлении был обусловлен особенностями развития российского машиностроения в новых условиях начала 21-го века.

Установки **КРПА-Ж(А)** с учетом опыта **СТАР-3** изначально проектировались как одноточечные, обслуживающие одну печь газовой цементации. Вместо нагнетаемого резервуара были применены подающие насосы. В остальном реализован «монокомпонентный» принцип. Изначально использовалась только отечественная комплектация.

После преодоления «детских болезней» установки стали достаточно надежным средством косвенного контроля и управления углеродным потенциалом печной атмосферы при проведении газовой цементации с применением жидких исходных компонентов.

Как и ожидалось, основной спрос обеспечили вновь создающиеся и реконструируемые предприятия. У большинства из них отсутствуют развитая инженерная инфраструктура и персонал с опытом работ в сфере управляемой газовой цементации. В то же время практически у всех современные сложные технические условия и требования к качеству цементованного слоя.

## ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Практика Компании «Накал» по комплектации выпускаемых электропечей установками КРПА-Ж(А) в 2005…2008 годах в полной мере раскрыла ограничения, накладываемые «монокомпонентным» методом косвенного определения углеродного потенциала печной атмосферы, применением инфракрасных газоанализаторов, как средств текущего контроля газовой фазы и ориентацией на отечественную комплектацию.

Изменение реальной температуры печи на 10°С вносит погрешность в косвенное определение углеродного потенциала при постоянном содержании $CO_2$ до 0,15% *С*. Компенсировать эту погрешность можно либо введением ежедневного анализа фольговой пробы, что достаточно трудоемко, либо автоматическим измерением температуры вычислителем углеродного потенциала.

Инфракрасные газоанализаторы обладают рядом особенностей в эксплуатации:

– При попадании в прибор влажной пробы газа – точка росы более +20 °С -пары воды конденсируются в измерительных колонках и прибор обычно выходит из строя; вследствие этого требуется постоянный контроль со стороны персонала за работой аппаратуры и подключение и отключение шлангов отбора пробы газа в строго регламентированные моменты.

– Требуется тонкая фильтрация пробы газа от сажи и пыли.

– Длина газопровода транспортировки пробы газа существенно влияет на инерционность контура регулирования.

– Незначительная негерметичность линии отбора пробы газа приводит к «прихватыванию» атмосферного воздуха и искажению показаний газоанализатора, что вносит уже значительную погрешность в косвенное определение углеродного потенциала.

Физхимия процесса перехода углерода в железо при газовой цементации определяется окислительно-восстановительными реакциями и соотношениями $CO/CO_2$ и $H_2/H_20$ , измерение одного компонента из 4-х недостаточно полно отражает процесс, поскольку в атмосферах, приготовленных, например, из керосина и воды содержание *CO* и $H_2$, а это основные компоненты печной атмосферы, существенно меняется в широких пределах; значительные изменения содержания основных компонентов вносят дополнительную погрешность, которую можно корректировать только фольговой пробой или установкой дополнительных газоанализаторов и вычислителя.

Выход нашей страны на международный промышленный рынок и стабилизация экономики привели, в числе прочего, и к тому, что нам стали доступны приборы и аппаратура, выпускаемые в ведущих промышленных странах мира. Если 30-40 лет назад инженер занимался подбором отечественного аналога, то сейчас выгоднее применять импортный аналог либо устройство. При близких ценах зарубежная контрольно-измерительная техника во многих случаях превосходит отечественную.

Компания «Накал» в течение ряда лет ведет работу по поиску надежных средств контроля и управления печными атмосферами на зарубежном рынке. Мы исходим из того, что должны идти тем же путем, что и ведущие зарубежные печестроители. Если более 30 лет самым надежным средством косвенного контроля признан кислородный зонд, то нам необходимо найти надежного поставщика качественных и долговечных устройств.

С точки зрения достоверности результатов измерения следует отметить несколько моментов.

Ссылки некоторых коллег на б`ольшую «научность» работы с $CO_2$, чем с $O_2$ ввиду термодинамически выведенных формул вычисления углеродного потенциала для первого и лишь эмпирических зависимостей для второго представляются несколько некорректными. И то и другое по большому счету эмпирика. Термодинамика рассматривает и действует в стабильных, стационарных системах. По всей совокупности знаний о предмете можно с уверенностью сказать, что печи с управляемыми атмосферами являются нестабильными объектами кинетики, а в этом случае термодинамика, увы, применима очень ограниченно.

Естественно, мы предполагаем, что основная вероятностная реакция массопереноса на границе раздела «газ-металл» при газовой цементации выглядит так.

$$CO + H_2 + Fe\gamma \Leftrightarrow Fe\gamma(C) + H_2O + CO_2$$

Основным карбюризатором, обеспечивающим переход углерода в твердый раствор, является окись углерода, водород играет роль газа-транспортировщика. Реакция обратима, и ее направление определяется соотношениями $CO/CO_2$ и $H_2/H_20$.

В общедоступной литературе можно найти формулы, разработанные разными авторами. По большому счету все они очень похожи.

Например.

$$Cp = 10^{((\lg CO + 10{,}082 \times (E - 797{,}2) \div (t + 273{,}15) - 4{,}279) \div 1{,}2167)}$$

Формула расчета углеродного потенциала для кислородного зонда, где:
*Cp* – расчетное содержание углерода,
*CO* – содержание окиси углерода, % об.,
*E* – ЭДС ТЭЯ, мВ,
*t* – температура, °С.

Или:

$$Cp = 10^{((2 \times \log CO - \log CO_2 + 6633{,}8 \div (t + 273{,}15) - 9{,}117) \div 1{,}2167)}$$

Формула расчета углеродного потенциала для инфракрасного газоанализатора, где:
*Cp* – расчетное содержание углерода,
*CO* – содержание окиси углерода, % об.,
$CO_2$ – содержание двуокиси углерода, % об.,
*t* – температура, °С.

Соотношения $CO/CO_2$ и $H_2/H_20$, определяющие состояние и направление окислительно-восстановительных процессов наиболее полно и динамически отражаются через парциальное давление (содержание) кислорода в печной атмосфере. При динамических процессах, как сказано выше, значительно изменяется содержание *CO* при постоянном $CO_2$, тем самым меняется углеродный потенциал. В то же время результаты измерения газоанализатора остаются постоянными, а ЭДС твердоэлектролитной ячейки кислородного зонда вследствие изменения парциального давления кислорода меняется. Таким образом, кислородный зонд является более тонким инструментом, в большей степени отслеживающим состояние печной атмосферы.

Для этой цели на рынке имеется масса кислородных зондов погружного, выносного, комбинированного типов и Л-зондов. В течение ряда лет наша Компания закупала, тестировала на собственном термическом производстве и затем оснащала серийные печи кислородными зондами разных производителей. Однако окончательное предпочтение в настоящее время отдано аппаратуре предприятия SSi, США.

Кислородные зонды погружного типа данного предприятия имеют ряд серьезных достоинств, которые не удалось реализовать никому: зонд малочувствителен к вибрации, ударам на оборудовании рядом с зондом. Нечувствителен так же к резким перепадам температуры, например, при размещении в крышке реторты шахтной печи без ущерба выдерживает многократные открывания и закрывания крышки при температурах печи 800…950°С.

**Рис. 1. Открывание крышки реторты**

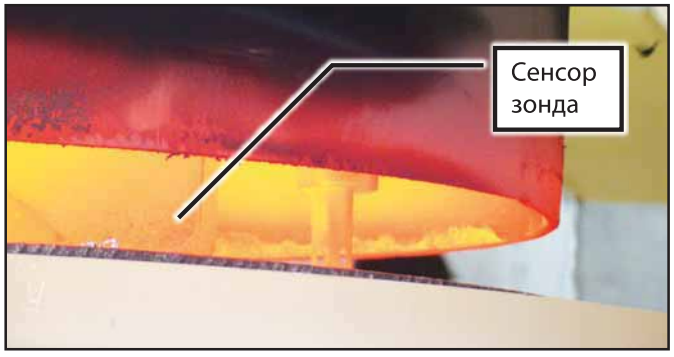



**Рис. 2. Сенсор зонда Gold Probe**

В течение года зонд Gold Probe производства SSi находится в эксплуатации на печи СШЦМ-6.6/9,5 в термическом производстве Компании и успешно подтвердил все заявленные достоинства.

Принцип регулирования: керосин - постоянная подача, вода как добавка для снижения углеродного потенциала не обеспечивает точного регулирования углеродного потенциала. Кроме того, установка с таким принципом регулирования достаточно сложна в наладке и эксплуатации, прерывание подачи воды ведет к резкому уменьшению объема вырабатываемой атмосферы, гаснет свеча дожига атмосферы, нужны специальные устройства для обеспечения ее горения и т.п.

По опыту работы с установками **СТАР** и **КРПА** был сделан вывод о необходимости принципиально нового подхода: формировать печную атмосферу, осуществляя постоянную подачу углеводорода, например, керосина и воды. При этом соотношение углеводород/вода задавать с некоторым превышением максимально необходимого углеродного потенциала. Контур регулирования в этом случае будет предназначен для снижения потенциала атмосферы путем повышения парциального давления кислорода. Наиболее простой вариант – добавка воздуха.

Таким образом, был создан автоматизированный модульный комплекс приготовления управляемых эндотермических печных атмосфер на основе углеродсодержащих жидкостей модели МППА-SSi12, предназначенный для порционирования и подачи технологических жидкостей в цементационные шахтные электропечи с автоматическим регулированием углеродного потенциала изменением расхода добавки воздуха.

**Основные черты нового комплекса:**

1. Для обеспечения удобства ремонта и ликвидации утечек выбран конструктив на раме.
2. Установка имеет простые и надежные насосы-дозаторы Etatron (Италия) и ротаметры, градуированные для применяемых жидкостей, фирмы KROHNE (Германия).
3. Вода и углеводород подаются постоянно, регулирующая углеродный потенциал добавка – воздух.
4. Воздух подается собственным микрокомпрессором Microwood (Италия), подача в печь – через электромагнитный клапан Kroem Schroeder и ротаметр с регулировочным вентилем KROHNE (Германия).
5. Регулятор углеродного потенциала использует как первичный преобразователь кислородный зонд погружного типа с чувствительным элементом – твердоэлектролитной ячейкой (ТЭЯ) из диоксида циркония и термопарой Gold Probe производства SSi;

6. Вторичный преобразователь AC20, SSi, по измеренным значениям ЭДС ТЭЯ и температуре вычисляет прогнозируемый углеродный потенциал печной атмосферы и дает команду на управление клапаном добавки воздуха; закон регулирования – ПИД.

7. Вторичный преобразователь установлен в одном блоке M1500 SSi с микро компрессором подачи воздуха - газа сравнения для кислородного зонда, управляющими реле и сигнализацией.

*Первая изготовленная установка была представлена на стенде Компании на выставке МЕТАЛЛООБРАБОТКА-2010 и вызвала оживленный интерес общественности*

**Рис. 3. Общий вид установки МППА-SSi12**

## ИСПЫТАНИЯ УСТАНОВКИ

Испытания проводились в термическом подразделении компании «Накал» на электропечи СШЦМ-6.6/9,5. Установка размещена в условиях, соответствующих производственным.

Определение науглероживающей способности атмосферы – углеродного потенциала - осуществлялось весовым методом фольговой пробы. Как образцы использовалась лента стальная холодно-катанная сталь 08КП толщиной 0,1 мм. Средний размер навески составлял 500 мг. Для определения изменения веса образца использовали весы аналитические цифровые ScoutPro SPU123.

Измерение состава печной атмосферы проводили с помощью трехкомпонентного газоанализатора PGA3500 производства ф. SSi, США (*CO, $CO_2$, $CH_4$*), и газоанализатора водорода ИВА-1В, производитель НПО «Химавтоматика», Москва. Измерения проводились в реальном времени с регистрацией на цифровом носителе.

Образцы-свидетели разных марок сталей, цементованные в процессе испытаний, подвергали исследованию микроструктуры и микротвердости цементованного слоя на поперечных шлифах. Отрезку проводили на абразивно-отрезном станке BRILLANT 201, ф. *ATM*, Германия. Отрезанные образцы заливали в пластик холодного твердения Technoviz 4002, ф. *Kulzer*, Германия. Шлифование и полирование образцов проводили на станке SAPHIR 520, ф. *ATM*, Германия. Исследования микроструктуры и микротвердости выполняли на твердомере-микроскопе DM-8B, ф. *Affri*, Италия, оборудованном видеонасадкой для компьютерной обработки изображения.

**Цели и методика испытаний:**

- наработка на отказ отдельных элементов установки, для этого установка запускалась 5 дней в неделю, по 8 часов в день непрерывной работы.

- точность поддержания углеродного потенциала во времени процесса – печь выводилась на определенный углеродный потенциал, обрабатывалась фольговая проба, согласно документации изготовителя вносилась корректировка в наладочные коэффициенты регулятора АС20, далее образцы фольговой пробы обрабатывались в процессе выдержки при постоянном потенциале, полученные результаты прямого определения углеродного потенциала сравнивались с расчетными значениями косвенных методов – по $CO_2$ и $O_2$,

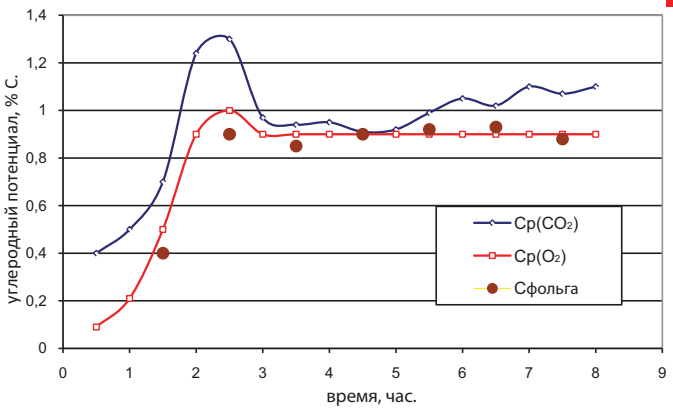



**Рис. 4. Изменение расчетных углеродных потенциалов по $CO_2$, $O_2$ и содержания углерода в фольговой пробе при выходе на заданное значение и удержании постоянного состава атмосферы**

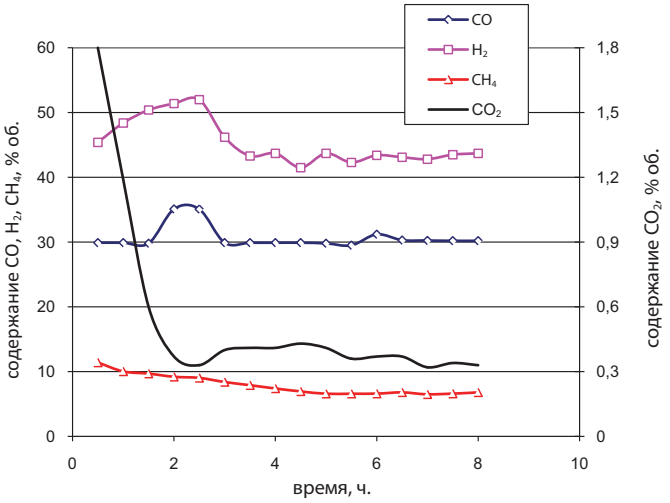



**Рис.5. Изменение состава атмосферы при выходе на заданное значение и удержании углеродного потенциала**

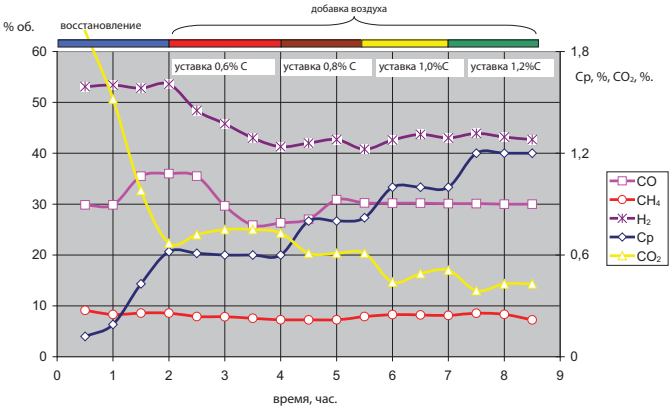



**Рис. 6. Изменение состава печной атмосферы при испытаниях на управляемость**

- управляемость углеродным потенциалом – испытывалась возможность управления и диапазон углеродного потенциала, возможного к изменению простым изменением уставки углеродного потенциала на регуляторе АС20 без вмешательства оператора в величины расходов технологических жидкостей и воздуха.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

Как видно из графиков на Рис. 4 и 5, стабилизация атмосферы по основным компонентам – *CO* и *H* достигается через 3 часа после пуска и их концентрация составляет 30 и 43 % соответственно. Концентрация остаточного метана снижется с 11 % до 6,8 % объемных. При удерживаемой величине расчетного

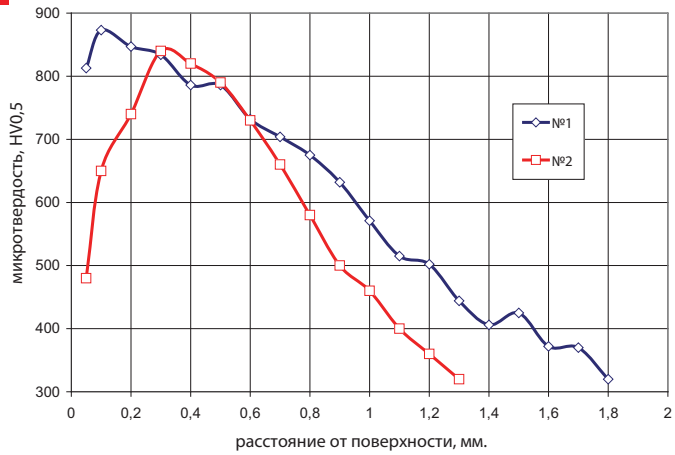
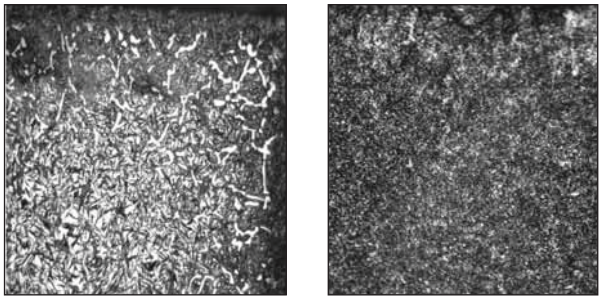



**Рис. 7. Распределение микротвердости цементованного слоя на стали 18ХГТ. 1 – процесс с установкой МППА-SSi12, 2 – традиционный процесс**



**А** **Б**

**Рис. 8. Микроструктура цементованного слоя ст. 18ХГТ. А - традиционный процесс. Темные немартенситные продукты закалки и свободный цементит на поверхности. Аустенит 80% + грубые иглы мартенсита. Б - управляемая газовая цементация, «керосин+вода». Скрытноигольчатый мартенсит, незначительное количество остаточного аустенита**

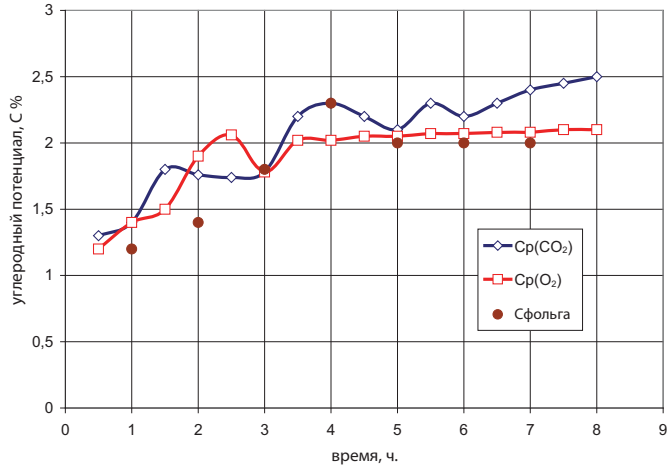



**Рис. 9. Изменение расчетных углеродных потенциалов по $CO_2$, $O_2$ и содержания углерода в фольговой пробе при традиционной цементации**

по $O_2$ углеродного потенциала 0,9 % *С* содержание углерода в образцах фольговой пробы во времени процесса колеблется в пределах 0,85...0,93 % *С*, что соответствует погрешности метода. В то же время расчетный по $CO_2$ углеродный потенциал в течение выдержки все более и более отклоняется от результатов анализа фольговой пробы. Через 5,5 часа отклонение составило 0,2 % *С*, что является неприемлемым.

При испытаниях на управляемость углеродным потенциалом, Рис.6, установлено, что изменение углеродного потенциала в пределах 0,6...1,2 % *С* производится изменением уставки регулятора без изменения оператором величин расходов технологических газов и воздуха.

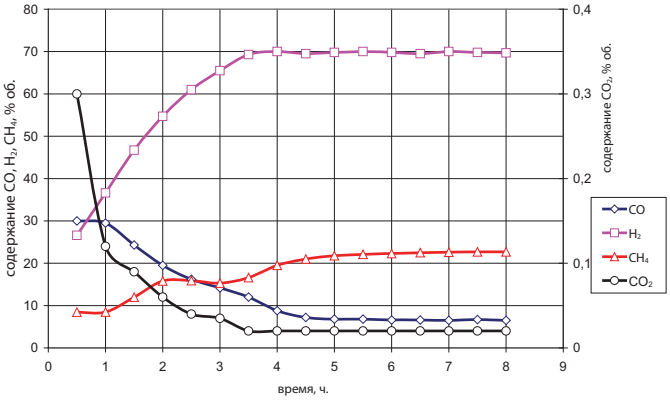



**Рис.10. Изменение состава атмосферы при традиционной цементации**

Для сравнения был проведен аналогичный по температурам и временам выдержки процесс с традиционной подачей керосина 90 капель в минуту.

На Рис. 7 приведены результаты исследования микротвердости образцов ст. 18ХГТ, цементованных**: № 1** – 920°С, Ср=0,9%С, выдержка 6 час, охлаждение на воздухе, нагрев под закалку 820°С, закалка в масле И20А, 50°С, отпуск 180°С, 2 часа, **№ 2** – 920°С, расход керосина 90 капель/мин, выдержка 6 час, охлаждение на воздухе, нагрев под закалку 820°С, закалка в масле И20А, 50°С, отпуск 180°С, 2 часа.

Результаты анализа микроструктуры управляемого и неуправляемого процессов газовой цементации с применением керосина как технологической жидкости приведены на Рис.8.

Как видно из приведенных результатов исследований, существенным отличием двух процессов является микроструктура поверхностного слоя и определяемое ей распределение микротвердости. Наличие значительного количества свободного цементита снижает концентрацию углерода в окружающем его твердом растворе. Это, в свою очередь, уменьшает закаливаемость стали и обеспечивает меньшую твердость.

Отличительными чертами традиционной атмосферы является высокая концентрация остаточного метана, достигающая 23 % об., и высокая науглераживающая способность – более 2 % *С* вес. Именно эти два параметра обеспечивают полученную дефектную микроструктуру.

## ВЫВОДЫ

Создан принципиально новый метод создания печной атмосферы для газовой цементации путем непрерывной подачи нормируемого количества воды и керосина с управлением углеродным потенциалом добавкой воздуха.

Промышленность получает надежное и простое в эксплуатации изделие, обеспечивающее стабилизацию и значительное повышение качества цементуемых деталей при бюджетных расходах на оборудование.

Инновационная политика Компании «Накал» обеспечила получение очередного прорывного решения в области термообработки.

**В.Я. Сыропятов**
**Главный специалист по термообработке**
**ЗАО «НакалПром»**
**Действительный член Ассоциации**
**Металловедов России «РАСМЕТ»**

**Компания ЗАО «Накал» - Промышленные печи»**
**Россия, 141506 Московская обл.,**
**Солнечногорск, ул. Революции, 3**

**Тел.: +7 (495) 988-40-47, 988-40-48, 994-18-86**
**Fax: +7 (4962) 649-444**
**E-mail: nakal@nakal.ru**
**www.nakal.ru**

# АВТОГЕНМАШ

## ПРОИЗВОДСТВО

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

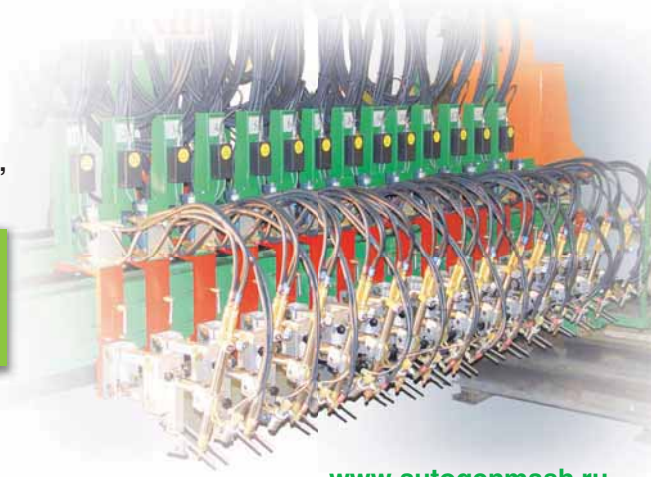
## ПОСТАВКА

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

## КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ

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

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



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

www.autogenmash.ru

# ВЫБОР УСТАНОВОК ДЛЯ РЕЗКИ МЕТАЛЛА

При выборе машины (комплекса) плазменной или газовой резки у компании-покупателя зачастую возникает вопрос – а какую установку выбрать?

Этот вопрос особенно сложен, когда компания выпускает разноплановую продукцию или часто работает по индивидуальным, разовым заказам.

НЕВА-МК предлагает при выборе машины/комплекса плазменной или газовой резки пользоваться следующим алгоритмом.

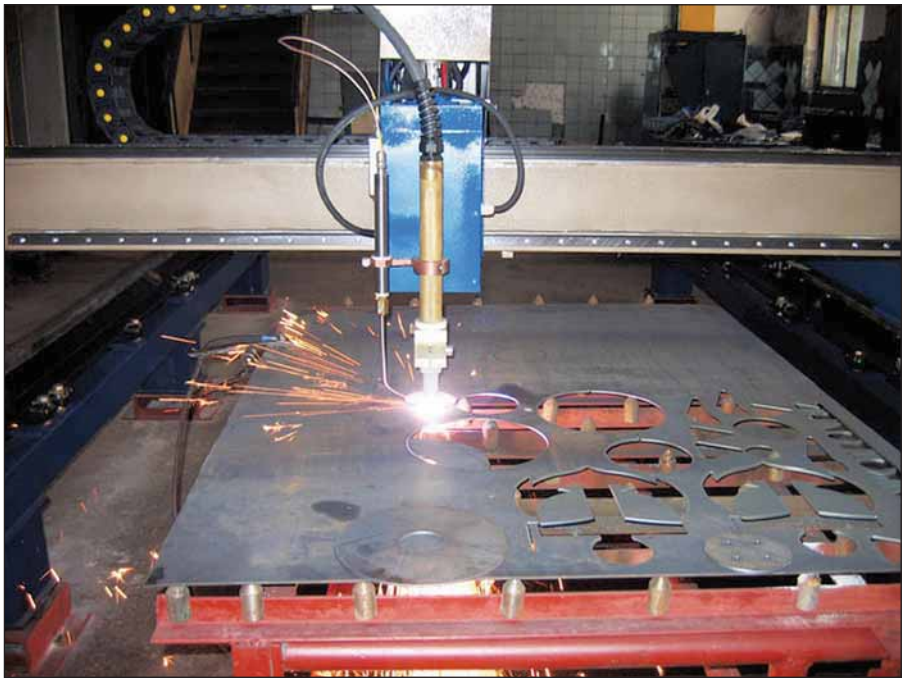
Во-первых, задайте себе ряд вопросов. **Какова энергообеспеченность Вашей компании? Какую мощность Вы готовы выделить на эту установку?** Вопрос в наше время немаловажный. Этот аспект затрагивает и наличие и качество непосредственно самих кабельных сетей, и узлы учета, и лимит на электроэнергию. Учитывая некоторую неразбериху в хозяйстве сетевых организаций и зачастую непонятно высокие тарифы на выделение мощностей, стоит отнести этот вопрос в ряд наиболее приоритетных.

Далее – **какую площадь Вы готовы выделить под приобретаемую установку?** Учтите, что необходима площадь не только под саму установку, но и под лист, который будет на ней обрабатываться, и под уже вырезанные заготовки. Слишком малые площади в лучшем случае затруднят работу оператора и подсобных рабочих, в худшем – станут причиной несчастного случая. Однако слишком большая площадь может привести к беспорядочно разбросанным листам и заготовкам. Поэтому нужно не только заранее спланировать место установки комплекса, но и разработать технологическую цепочку для комплекса и организовать место установки комплекса в соответствии с этой технологией.

Вопрос третий – **какова квалификация предполагаемого оператора и специалиста, обеспечивающего стоимость раскроя листа для сторонних заказчиков?** Вопрос не праздный. Квалифицированный персонал тоже проблема: так как подготовка чаще всего оставляет желать лучшего, приходится «выращивать» его самостоятельно. Для работы на больших и сложных установках оператору необходимо пройти длительный курс обучения (и не факт, что с практическими занятиями) или еще более долго учиться в процессе работы (самостоятельного обучения). Во втором случае, как правило, допускается множество ошибок, брака, простоев или, не дай Бог, поломки оборудования, что тоже стоит денег, которых у небольших компаний и так немного. В первом случае же существует вероятность перехода уже подготовленного оператора на другое место работы, более высокооплачиваемое.

Четвертый вопрос, наверное, наиболее сложный, так как связан с прогнозами работы самого предприятия, то есть с неопределенностью (вероятностями). Этот вопрос – **а какой металл компания будет резать?** Каков будет общий объем раскраиваемого на комплексе металла? Какова структура этого объема по видам металлов (низколегированные стали, высокоуглеродистые, цветные металлы)? Какова структура этого объема по толщинам (например, планируется резать 50 % от 4 до 10 мм; 30 % - от 10 до 20 мм, 10 % - от 20 до 40 мм и 10 % - от 40 до 100 мм)?

Чем четче и полнее компания-покупатель или сотрудник, ответственный за подбор оборудования, ответит на эти вопросы, тем быстрее и правильнее будет сделан выбор комплекса раскроя листа. И тем более эффективно с экономической точки зрения будет использоваться данный вид оборудования.



Ответив на вышеперечисленные вопросы, приступаем к выбору оборудования. Начнем с определения типов резки. В этом нам помогут ответы на первый и четвертый вопросы. Плазменная резка дешевле по себестоимости и быстрее режет металл, практически любой, чем газопламенная, но имеет ряд недостатков. Один из них – это прямая зависимость стоимости источника тока (самого аппарата плазменной резки) и плазматрона от толщины разрезаемого металла. Чем толще планируется металл, тем мощнее должен быть АПР, тем больше его стоимость и его энергопотребление (что тоже – деньги). Необходимо также учитывать, что себестоимость эксплуатации мощного источника выше, чем АПР малой или средней мощности, даже если Вы режете металл толщиной 10 мм (токи и напряжения большие - больше потребление электроэнергии). Кроме этого, стоимость расходных материалов – сопла и катода плазматрона. При интенсивной работе уходит от одного до двух комплектов в смену (и это при правильно подобранных режимах резания). У газопламенной резки такой зависимости нет. Но газопламенная резка режет не все виды металла – в основном, низкоуглеродистые стали. Кроме это-

го, скорость резания газовым резаком существенно ниже, чем плазменным. И газовая резка требует применения огнеопасных и маслоопасных газов – пропана или ацетилена и кислорода (хотя кислород используется как плазмообразующий газ и при некоторых режимах плазменной резки). Для плазменной резки нужен, как правило, только сжатый воздух и электроэнергия (в данной статье мы не рассматриваем резку цветных металлов или резку плазмой с использованием кислорода).

Поэтому наиболее приемлемый вариант, с нашей точки зрения, – это установка комбинированного типа с двумя резаками (плазменным и газовым). Плазменным резаком можно резать небольшие или средние толщины металлов, а газовым - большие толщины или вырезать заготовки с практически нулевым скосом кромки (плазменная резка дает некоторую конусность реза, которая зависит от силы тока, скорости резания, состояния пары «сопло-катод» и плазмообразующего газа). Кроме этого можно существенно сэкономить на стоимости дорогого источника и плазматрона, если не стоит каких-то узкоспециализированных задач (например, резать алюминий толщиной 100 мм или высоколегированные стали толщиной 30-80 мм).

Наличие двух резаков спасает и в некоторых форс-мажорных обстоятельствах – в случае выхода из строя АПР или плазматрона компания-покупатель сможет продолжать эксплуатировать комплекс раскроя листа с газовым резаком. То есть работа хоть и замедлится, но не остановится.

После того, как определились с видами резания, пора выбирать источник. Здесь также нужно исходить из ответов на первый и четвертый вопросы, учитывая и третий. Как мы уже писали, себестоимость эксплуатации мощного источника выше, чем малой или средней мощности, даже если Вы режете металл толщиной 10 мм. Кроме того, нужно ответить на вопрос – часто ли Вы будете резать плазменным резаком лист толщиной свыше 10 мм с центра, то есть с «прожигом»? Аппараты плазменной резки имеют в этом отношении два параметра – толщина при резке с края листа и толщина при врезке с центра (с «прожигом»). Поэтому при выборе аппаратов необходимо ориентироваться в первую очередь на эти параметры. Остальные характеристики АПР напрямую зависят от этих показателей. Наиболее оптимальными для небольшой среднестатистической компании будут, на наш взгляд, источники с силой тока от 75 А до 150 А. При этом необходимо учитывать и % ПВ (% постоянного включения или постоянной нагрузки). Он должен быть 100 %. Иначе Вы рискуете получить ситуацию, когда в процессе раскроя каретка машины движется по контуру раскроя, а плазматрон погас (сработала блокирующая автоматика ПВ). Например, наша компания укомплектовывает серийные комплексы «Юпитер 1» инверторными источниками тока отечественного производства с силой тока 75 А при 100 % ПВ. Также стоит обратить внимание и на гарантийные обязательства поставщика АПР и реальность их выполнения. Выбор марки источника – это личное дело каждого. Но мы все-таки приведем свои соображения касательно дорогих импортных аппаратов. При всем уважении к некоторым известным импортным маркам и к качеству реза, которые они дают с импортным же дорогим плазматроном, возникает вопрос – а за что переплачивать? Современные модели АПР отечественного производства работают не хуже, но стоят в НЕСКОЛЬКО раз меньше, причем могут работать как с импортными, так и с отечественными плазматронами. И себестоимость их эксплуатации и обслуживания также ниже, не говоря о быстроте гарантийного обслуживания. Поэтому мы зачастую задумываемся, когда нас просят оснастить установки раскроя листа импортными дорогими источниками - что приоритетнее для покупателя - имиджевая сторона или экономическая целесообразность и эффективность?

Определившись с источником тока плазменной резки, важно определиться с газовым резаком. К сожалению, здесь картина не такая, как с отечественными АПР, и выбор хороших резаков не так велик. Наиболее эффективными газовыми резаками для машинной резки считаются резаки Harris компании Lincoln Electric, а также резаки компаний ESAB, Messer и некоторых других.

Выбрав тип резки, источник и плазматрон (резак), можно определяться и с концепцией самого комплекса. Но об этом в следующей части нашей статьи.

**Корнильцев А.В.**
**E-mail: info@mkneva.ru**
**WEB: www.mkneva.ru**
**Телефоны: +7 (812) 640-08-51**
**+7 (812) 640-06-18**
**+7 (495) 640-06-18**

# КИСЛОРОДНАЯ РЕЗКА СТАЛЕЙ БОЛЬШИХ ТОЛЩИН

**Oxygen cutting of the large thickness steels is one of the major operations in metal blank production of the fabricating works and the metallurgical enterprises. This complex but efficient processing of metals, has its physical and chemical characteristics and demands application of modern high-tech equipment and special methods of work.**

**It is extremely important for every consumer that uses in the production of energy-intensive processes is the selection of optimal technology, allowing to achieve high economic performance.**

Кислородная резка сталей больших толщин является одним их звеньев обработки металлов в высокотехнологичных металлообрабатывающих и металлургических производствах. Она находит широкое применение в заготовительных производствах при вырезке заготовок из крупногабаритных поковок, при отрезке прибылей отливок и при резке крупногабаритного металлолома для последующего переплава.

По существующей классификации сталями большой толщины при кислородной резке считаются стали, имеющие толщину от 300 мм и более. Процесс кислородной резки сталей большой толщины имеет свои физико-химические особенности и сопровождается большими расходами газов, подаваемых в зону реза в единицу времени, что требует применения специальной аппаратуры и особых приемов резки. Поэтому выбор оптимальной технологии, которая имеет наилучшие технические параметры процесса в сочетании с экономическими показателями и обеспечивает устойчивый процесс, является крайне важным для каждого потребителя и зависит от технической и энергетической оснащенности участка, где производится резка.

Для выбора оптимальной технологии для резки сталей большой толщины рассмотрим структуру подогревающего пламени, формирование струи режущего кислорода в зависимости от его давления и основные технологические приемы резки.

## ПОДОГРЕВАЮЩЕЕ ПЛАМЯ

Основное назначение подогревающего пламени – нагреть начальный участок поверхности разрезаемого металла до температуры воспламенения железа в кислороде и ввести в зону реакции окисления железа дополнительное тепло, необходимое для компенсации теплоотвода в металл и окружающую среду. Для образования горючей смеси при резке сталей больших толщин рекомендуется применять пропан-бутан или природный газ. Это связано с небольшой скоростью воспламенения указанных газов, что позволяет при определенных технических приемах обеспечить подогрев нижней части реза.

К форме и конструкции каналов для горючей смеси предъявляются следующие требования:

- обеспечение необходимой мощности пламени для разрезаемой толщины металла;
- устойчивость горения пламени;
- достаточно высокая концентрация теплового потока горючей смеси;
- эффективная теплопередача от пламени к металлу.

В настоящее время при резке сталей больших толщин применяются многосопловые мундштуки с круглыми или шлицевыми каналами для выхода горючей смеси с внутрисопловым или внешним смешением горючего газа и кислорода. Применение мундштуков этих видов обусловлено высокой устойчивостью к обратным ударам пламени и надежной работой даже при очень сильном нагреве. Но наибольшее применение находят мундштуки с внутрисопловым смешением, так как обеспечивают более высокую температуру пламени и наиболее концентрированный нагрев поверхности металла в процессе подогрева и последующей резке. Применение щелевых мундштуков в виду возможности их использования только с резаками инжекторного типа, недостаточной устойчивости пламени, а также повышенной склонности к обратным ударам пламени применения не нашло.

Установлено, что подогревающее пламя оказывает определенное давление на охватываемую им струю режущего кислорода и вследствие этого в щели разреза на расстоянии 250-450 мм и более чистота кислорода остается неизменной, далее чистота кислорода режущей струи в щели разреза снижается.

**На величину длины чистой струи режущего кислорода в щели разреза влияют следующие факторы**:

- разрезаемый металл с трех сторон вокруг режущей струи задерживает проникновение других газов;
- газы подогревающего пламени, находящиеся в разрезе позади струи режущего кислорода, оказывают на нее давление, обусловленное процессом горения, что обеспечивает прохождение струи кислорода, как в трубе, защищая от взаимодействия с продуктами горения и атмосферным воздухом до места затухания пламени;
- при введении в разрез дополнительного количества горючего газа величина подогревающего пламени увеличивается, обеспечивая защиту струи режущего кислорода на большую глубину;
- после прохождения струей режущего кислорода зоны горения пламени начинается активное расширение струи и захватывание частиц окружающего воздуха и, как следствие, загрязнение струи до прекращения реакции горения железа.

## СТРУЯ РЕЖУЩЕГО КИСЛОРОДА

Принято считать, что при кислородной резке металла с увеличением его толщины требуется повышать давление режущего кислорода перед резаком. Данное предположение основывалось на том, что, чем больше давление кислорода для разрезаемой стали большой толщины при определенном диаметре сопла режущего кислорода, тем большее количество чистого кислорода сможет поступать в разрез и тем лучше условия окисления металла по глубине разреза. Кроме того, с увеличением давления повышается его динамическое, эвакуирующее воздействие на жидкий металл и шлак.

При резке сталей толщиной до 300 мм наибольшие скорости при соблюдении оптимальных параметров достигаются при давлении кислорода перед резаком 8-10 кгс/см$^2$, а при резке сталей больших толщин для получения положительных результатов при работе на динамичных режимах резки давление режущего кислорода придется поднять до 25 кгс/см$^2$ и выше. Каналы режущего кислорода в мундштуках, обеспечивающих резку металла при таких давлениях должны быть профилированными, с расширением на выходе. Однако режимы резки свыше 12 кгс/см$^2$ перед резаком создают для выполнения процесса кислородной резки трудности технического характера, так как распределительные кислородные трубопроводы на предприятиях могут подавать газ под давлением не более 16 кгс/см$^2$, а реальное давление кислорода, подаваемого по ним, не превышает 12-14 кгс/см$^2$. В результате – для проведения кислородной резки сталей больших толщин кислородом высокого давления потребуется применение многобаллонных разрядных рамп, которые в свою очередь потребуют применения специальных редукторов, имеющих возможность поддерживать высокое давление в рабочей камере при больших расходах кислорода (150 – 400 м$^3$/ч). Кроме этого надо не забыть про применение специальных рукавов, обеспечивающих работу при давлениях кислорода более 20 кгс/см$^2$. Вся перечисленная техника является нестандартной и требует больших затрат при ее закупке, более того применение баллонного кислорода крайне дорого. Кроме этого резка сталей большой толщины при таких давлениях режущего кислорода имеет свои технологические трудности, любое незначительное отклонение параметра процесса резки от нормы или дефект в металле могут привести к прекращению процесса резки.

В тоже время, учитывая большое вспомогательное время при подготовке к резке сталей большой толщины и значительный расход газов, скорость резки не является решающим параметром, так как не имеет такого решающего экономического значения, как при резке сталей обычных толщин. Проведенные исследования показали, что для нормального протекания процесса разделительной резки сталей большой толщины не требуется, чтобы струя обладала очень большой кинетической энергией и сверхзвуковой скоростью истечения. При низких скоростях истечения струи, близких к звуковой, большее количество кислорода более длительный промежуток времени соприкасается с поверхностью разрезаемого металла, в результате чего значительно уменьшаются потери кислорода.

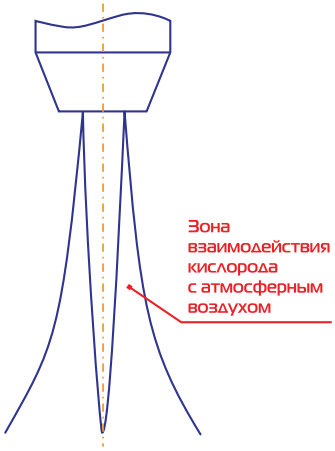



**Рис. 1. Схема строения свободно вытекающей из сопла струи и режущего кислорода**

Строение струи режущего кислорода при истечении из сопла в атмосферу приводится на **рис. 1**. Удаляясь от среза сопла, она приобретает коническую форму и постепенно полностью исчезает. Это связано с тем, что по мере удаления струя режущего кислорода захватывает окружающий воздух и, взаимодействуя с ним, образует наружную зону, заполненную смесью кислорода с воздухом. Смесь перемещается вместе со струей режущего кислорода в осевом направлении, но со значительно меньшей скоростью, быстро уменьшающейся в радиальном направлении. Вследствие чего, по мере удаления от мундштука скорость струи режущего кислорода уменьшается одновременно с уменьшением сечения струи и в какой-то момент становится непригодной для процесса резки. Активная часть струи, пригодная для процесса резки, определяется несколькими факторами, наиболее важным из которых является чистота кислорода, которая не должна опускаться ниже 95%. Поэтому при расчете диаметра сопла режущего кислорода необходимо учитывать, что оно должно обеспечивать активную часть струи по длине не менее чем на 70-75% глубины реза (толщины разрезаемого металла).

Очень важное влияние на струю режущего кислорода оказывают резкие отклонения кислородопровода в резаке и изменения сечений, которые служат причиной завихрений и турбулентных движений, нарушающих правильную форму струи и уменьшающих ее устойчивость и рабочую длину. Очень важна форма сопла режущего кислорода, определяемая в зависимости от того, какое давление кислорода используется для процесса резки. Струя режущего кислорода обладает наибольшей кинетической энергией, если ее расширение завершается внутри сопла, поэтому форма канала режущего кислорода на выходе определяет технологические возможности процесса резки.

Величину расширяющейся части канала режущего кислорода можно рассчитать, используя зависимости, принятые в аэродинамике. Так как динамические свойства струи и часовой расход кислорода находятся в прямой зависимости от давления кислорода перед резаком, то именно давление на входе является определяющим параметром при выборе диаметра сопла.

В результате исследований распределения динамических давлений свободно вытекающей струи режущего кислорода в различных ее сечениях, проводившихся ранее, отмечено, что **при равных значениях мощности струи режущего кислорода и выходных сечений сопел наиболее длинную и узкую струю дает сопло с простой цилиндрической формой при давлении кислорода на входе в резак – 1-1,5 кгс/см².** То есть наиболее устойчиво протекает процесс при применении режущего кислорода низкого давления с использованием сопел простой цилиндрической формы.

Исследования процесса резки углеродистой и высоколегированной сталей большой толщины проводились в ООО «СКТБ АВТОГЕНТЕХМАШ». Они показали, что для успешного протекания процесса разделительной кислородной резки необходимо, чтобы струя режущего кислорода, обеспечивающая реакцию горения железа, поступала равномерно по всей поверхности реза, перемещая по разрезу образующиеся шлаки и удаляя их. При наличии в металле внутренних пороков (пустот, пор, трещин, включений и т.п.) струя не должна менять своего направления, в местах их наличия образуя завихрения и выровы на поверхности реза. Поэтому резку сталей больших толщин целесообразно вести кислородом низкого давления. Струя режущего кислорода при низком давлении и дозвуковой скорости истечения имеет больший диаметр, что позволяет ей окислять большее количество металла в верх-

**Рис. 2 Резка отливки из м/у стали толщиной 900 мм с применением кислорода низкого давления машиной газовой резки для копровых производств**

**Рис. 3 Рез отливки из м/у стали толщиной 900 мм с применением кислорода низкого давления**

ООО «СКТБ АВТОГЕНТЕХМАШ»
выполняет работы по разработке технологий, конструированию и изготовлению автогенной техники для:
• кислородной резки, сварки, пайки, нагрева материалов,
• газотермического нанесения покрытий.

Москва, 1-й Дорожный проезд, д.7
Тел./факс (495) 916-58-46, 313-02-90
e-mail: info@avtogentm.ru, www.avtogentm.ru

**Рис. 4 Поковка из стали 09Г2С толщиной 630 мм перед резкой с применением режущего кислорода под давлением 14 кгс/см²**

ней части реза и обеспечивает прогрев металла в нижней части реза благодаря большому количеству протекающего горячего шлака, который по пути к нижней части реза заполняет трещины, раковины и пустоты, вследствие чего кислородная струя не теряет своей устойчивости и направления. Это очень важно при резке металла большой толщины, как правило, имеющего внутренние пороки. Кроме того уменьшается количество тепла, уносимое из разреза избыточным кислородом, не участвующим в реакции, в результате чего сокращается общий удельный расход кислорода.

## ПРИЕМЫ РЕЗКИ

При резке сталей больших толщин процесс окисления металла по всей толщине реза протекает значительно медленнее, чем при малых и средних толщинах. Поэтому **успех резки в значительной степени определяется правильным началом врезания кислородной струи в металл.** Если в начальный момент врезания струи режущего кислорода металл не сразу прорезается на всю толщину, нельзя уменьшать установленную скорость перемещения резака (скорость врезания), так как уменьшится количество шлака, образующегося в процессе взаимодействия струи режущего кислорода и подогревающего пламени с металлом, и процесс резки может прекратиться. Нельзя в начальный момент перемещать резак с повышенной скоростью, большей, чем скорость врезания, так как это приведет к чрезмерно большому отставанию в нижней части реза и, как следствие, к непрорезу металла. Для успешного ведения резки резак следует перемещать равномерно с заданной скоростью, даже если прорезание металла на всю толщину произойдет при значительном перемещении резака над верхней кромкой, и отставание будет иметь относительно большую величину.

На основании проведенных в последнее время исследовательских работ в ООО «СКТБ АВТОГЕНТЕХМАШ» можно дать рекомендацию, что **особое внимание следует уделять технологическим операциям, предшествующим резке сталей большой толщины**. Место начала резки следует хорошо прогреть, причем зона нагрева должна увеличиваться в направлении нижней части линии предстоящего реза. Если в начальный момент резки образуется слишком большое количество шлака, растекающегося по холодной поверхности разрезаемого металла в виде веера и нагревающего широкий участок металла, то уменьшается пробивная сила струи режущего кислорода в нижней части реза, снижается скорость резки, увеличивается отставание и получается расширяющийся к низу рез.

Если в момент врезания струи режущего кислорода в металл будет установлено слишком высокое для данного мундштука давление режущего кислорода, то цилиндричность струи и плавность ее истечения нарушаются, в результате чего образуется порог, ниже которого реакция горения железа в кислороде прекращается. Для повышения устойчивости процесса резки в момент врезания струи режущего кислорода в металл целесообразно располагать резак под небольшим углом 2-3$^0$ отставания от вертикали в сторону перемещения резака. Начинать перемещение резака по линии реза следует одновременно с пуском режущего кислорода. В момент врезания рекомендуется обеспечивать плавное нарастание давления режущего кислорода по мере врезания струи в металл. Если в процессе резки струя режущего кислорода начинает блуждать от одной кромки реза к другой и при этом образуется «чернота» на поверхности металла в зоне резки, нужно повысить скорость перемещения резака, чтобы увеличить количество образующегося шлака. По мере приближения к концу реза рекомендуется повернуть резак под углом 2-3$^0$ в сторону направления реки, чтобы уменьшить величину отставания и обеспечить приоритет прорезания нижней части разрезаемой заготовки.

**Существенно влияет на процесс резки сталей больших толщин подогревающее пламя**. Для увеличения эффективности процесса резки требуется подогрев нижней части реза. Визуальной оценкой пламени является длина факела, которая должна несколько превышать толщину разрезаемого металла. Это достигается разными технологическими приемами:

- подогревающее пламя регулируется с избытком горючего газа, что позволяет увеличить длину пламени;
- в нижнюю зону реза дополнительно вводится горючий газ;
- резак оснащается двухпламенным мундштуком (разработан и запатентован ООО «СКТБ АВТОГЕНТЕХМАШ»), обеспечивающим избыток горючего газа по всей или по большей части глубины реза.

**При резке сталей больших толщин с целью уменьшения нагрева мундштука** отраженным теплом и во избежание засорения каналов для выхода горючей смеси и режущего кислорода брызгами расплавленного шлака **рекомендуется поддерживать значительно большее расстояние от торца мундштука до поверхности металла, чем при резке сталей малых и средних толщин**. Обычно его величина находится в пределах 40 – 70 мм.

**Заготовки из сталей большой толщины**, предназначенные для порезки, **необходимо укладывать** на раскройный стол или технологическую подставку **таким образом, чтобы расстояние от нижней кромки разрезаемой стали до днища стола или до земли составляло расстояние равное 0,6 от толщины разрезаемого металла**, но не менее 300 мм.

**Рис.5 Резка с применением кислорода под давлением 14 кгс/см² поковки из стали 09Г2С толщиной 630 мм**

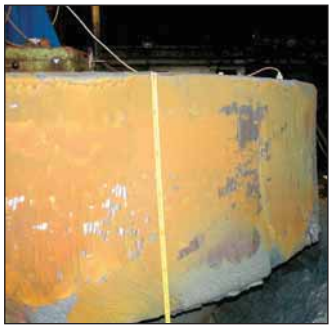


**Рис. 6 Качество поверхности реза поковки из стали 09Г2С толщиной 630 мм с применением режущего кислорода под давлением 14 кгс/см²**

В заключение настоящей статьи необходимо отметить, что, несмотря на выявленные преимущества технологии кислородной резки сталей большой толщины кислородом низкого давления, технология резки высоким давлением (12-25 кгс/см²) может применяться для толщин до 600-800 мм. Но при выборе технологии надо четко определить приоритеты, дать точную оценку технологическим возможностям имеющегося оборудования, а также технической и энергетической вооруженности участка резки. Резка м/у стали толщиной 900 мм с применением технологии низкого давления (3 кгс/см²) режущего кислорода приведена на **рис. 2** и **3**. Резка стали 09Г2С толщиной 630 мм с применением технологии высокого давления (14 кгс/см²) приведена на **рис. 4, 5** и **6**.

**А.К. Никитин**
**Генеральный директор**
**ООО «СКТБ АВТОГЕНТЕХМАШ»**

# ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СВАРЩИКОВ

- Комплект электронных плакатов «Ручная дуговая сварка»
- Электронный учебник «Ручная дуговая сварка. Руководство для начинающих»
- Каталог мультимедиаресурсов «Ручная дуговая сварка»

**АНО «Корпоративный центр подготовки кадров «Персонал» ОАО «ММК», г. Магнитогорск**
Тел.: **+7 (3519) 23 09 56; Факс: 8 3519 23 11 99**
**+7 (3519) 20 89 31;**
**+7 (3519) 20 89 04**
E-mail: **sv@personal.mgn.ru**

Рапид
научно-производственная компания

ООО НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ
"РАПИД"

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

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

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

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

# ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ РУЧНЫХ РЕЗАКОВ ИНЖЕКТОРНОГО ТИПА

**In response to the demands of consumers to make an objective assessment of the Russian market for oxygen injection torches for cutting-off of the steel sheets, we present a description of the optimal design of the cutter and a list of requirements which it must comply. At the next stage we consider it necessary to carry out testing of torches used by Russian consumers and create a single all-Russian program of tests. This idea met the understanding and support among the leading manufacturers of products.**

В отечественной промышленности ручные резаки инжекторного типа для кислородной резки находят пока самое широкое применение, несмотря на активное продвижение производителями и продавцами в течение последних 10-ти лет более эффективных и безопасных резаков с внутрисопловым смешением газов.

Доминирующее положение резаков инжекторного типа обусловлено целым рядом условий:

- в Советском Союзе в массовом порядке производились только инжекторные резаки, что позволило довести технологию их изготовления до очень высокого уровня, которая взята за основу всеми предприятиями, производящими данный вид продукции на территории РФ и других стран СНГ в настоящее время;
- себестоимость изготовления инжекторных резаков практически у всех производителей этого вида газопламенного оборудования невысока и отличается незначительно, что крайне важно в конкурентной борьбе;
- потребители, в течение десятков лет эксплуатировавшие инжекторные резаки, продолжают их приобретать, с той лишь разницей, что в настоящее время из-за появления новых предприятий, им приходится выбирать, продукцию какого производителя приобрести.

Несмотря на то, что конструкция инжекторных резаков отработана, выпускаются изделия, которые в угоду снижения стоимости теряют ряд конструктивных и эксплуатационных свойств, снижается их надежность, работоспособность и безопасность. Более того, в последнее время появились некачественные подделки резаков и запасных частей к ним, изготовленные в Китае. Такая ситуация заставляет потребителей более серьезно подходить к выбору приобретаемой продукции.

В ООО «СКТБ АВТОГЕНТЕХМАШ», как к разработчику газопламенного оборудования, поступали и продолжают поступать запросы дать объективную оценку предлагаемым на российском рынке инжекторным резакам. Для этого требуется проведение испытаний резаков, используемых российскими потребителями. Для объективности ООО «СКТБ АВТОГЕНТЕХМАШ» предложило ведущим производителям представить образцы для проведения испытаний, цель которых заключается в следующем:

- оценка продукции, представленной на российском рынке, на соответствие действующему в РФ ГОСТ 5191;
- оценка продукции на соответствие заявленным паспортным характеристикам;
- организация взаимодействия разработчиков и производителей автогенной техники в области разработки новой и совершенствования выпускающейся техники.

Большинство поставщиков резаков заинтересовалось предложением о проведении испытаний, но пока не представлены образцы от ряда ведущих производителей и работа не закончена. Чтобы помочь потребителям выбрать из предлагаемой продукции ту, которая отвечает их требованиям, а также обеспечит высокую надежность и лучшее качество работы, составим описание оптимальной конструкции и перечень требований, которым должны соответствовать инжекторные резаки.

ВСЁ ДЛЯ СВАРКИ И РЕЗКИ
Сварочное оборудование и материалы оптом и в розницу
ЦСТ ЦЕНТР СВАРОЧНОЙ ТЕХНИКИ

Дон
Вектор
БАМЗ

Резаки ДОН-3

Резаки ДОН

Горелки ДОН

Горелки ГВ-ДОН

129323 Россия, г. Москва,
проезд Серебрякова,
дом 6, стр.2, офис 5.
Тел: **(495) 225-95-96**
(многоканальный),
тел./факс: **(499) 180-81-80**
http:// **www.tdcst.ru**
e-mail: **svarka-cst@mail.ru**

**Новый модельный ряд газопламенного оборудования серии «ДОН»:**
резаки, горелки сварочные, горелки газовоздушные и запчасти к ним.
**Официальный дилер:**
ОАО «БАМЗ» - редукторы всех типов.
ООО «РОАР» - резаки, горелки и запчасти к ним (РС, РСТ, ГС, ГВ, ГВ-Р).
ОАО «Беларусьрезинотехника» по продажам в России рукавов для технических газов и воды.

Продажа сварочного оборудования ЗАО «ДОНМЕТ», ЗАО «КАВИК», ОАО «ПЛАЗМА», ОАО «СЭЛМА», BRIMA, GYS, СВАРОГ.
**Поставки по РФ и СНГ, цены от производителей, гибкая система скидок.**
**Новинка!!!**
Сварочные инверторы серии «Вектор» - от 160А до 250А (ПВ 60%).

**Особенности конструкции инжекторных резаков**

Инжекторными называются резаки, в которых горючий газ поступает в смесительную камеру вследствие инжектирующего действия кислородной струи, вытекающей из сопла инжектора с критической скоростью. На **рис. 1** представлена оптимальная конструкция инжекторного узла, обеспечивающая надежную и безопасную работу резака. Все газодинамические характеристики инжекторного узла во взаимодействии с мундштуком давно изучены, рассчитаны и подтверждены исследовательскими данными. Поэтому задача производителей сегодня, независимо от конструктивных особенностей, выдержать известные соотношения между нижеуказанными конструктивными элементами резаков.

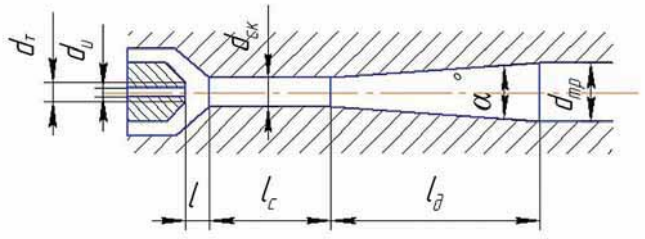



**Рис.1 Схема инжекторного узла.**

$d_т$ – диаметр торца инжектора;
$d_и$ – диаметр отверстия в инжекторе;
$d_{ск}$ – диаметр цилиндрической части смесительной камеры;
$d_{тр}$ – диаметр трубы;
$l$ – расстояние от торца инжекторного сопла до начала цилиндрического канала смесительной камеры;
$l_{ск}$ – длина цилиндрического канала смесительной камеры;
$l_д$ – длина диффузора;
$\alpha^o$ - угол расширения диффузора.

**Эффективность работы инжекторного узла обеспечивают следующие соотношения:**

- для резаков, работающих на ацетилене – $d_с : d_{ск} : d_и = 3{,}2 : 3 : 1$;

$$d_и = \sqrt{V_{кп} / 0{,}45 \bullet (P_{кп} + 1)}$$

$$d_{ск} = 0{,}85 \bullet \sqrt{D^2 - d^2} + 0{,}5$$

- для мундштуков с щелевым кольцевым зазором;

$$d_{ск} = 0{,}85 \bullet d_с \bullet \sqrt{n} + 0{,}5$$

- для многосопловых мундштуков;

$d_с$ - диаметр сопла
$V_{кп}$ - расход кислорода подогревающего
$P_{кп}$ – давление кислорода подогревающего
$D$ – внешний диаметр кольцевого зазора
$d$ - внутренний диаметр кольцевого зазора
$n$ – число сопел мундштука;

- для резаков, работающих на пропан–бутане или природном газе – $d_с : d_{ск} : d_и = 4 : 3 : 1$;

$$d_и = \sqrt{V_{кп} / 0{,}45 \bullet (P_{кп} + 1)}$$

$$d_{ск} = 0{,}6 \bullet \sqrt{D^2 - d^2} + 0{,}5$$

– для мундштуков со щелевыми кольцевыми отверстиями;

$$d_{ск} = 0{,}7 \bullet d_с \bullet \sqrt{n} + 0{,}5$$

– для многосопловых мундштуков;

Диаметры сопел мундштука определяются, исходя из часового объема горючей смеси. Остальные конструктивные элементы инжекторных узлов определяются для всех видов горючих газов по следующим зависимостям:

$L_{ск} = 7 \cdot d_{ск}$ – длина цилиндрической части смесительной камеры;
$L_Д = 10 \cdot d_{ск}$ – длина диффузора;
$l = 2 \cdot d_и$ – расстояние от торца инжектора до начала цилиндрической части смесительной камеры;
$d_т = 2 \cdot d_и$ – диаметр торца инжектора.

ЛИДЕР В СВАРКЕ И РЕЗКЕ

РОАР

www.ruar.ru

ВЕСЬ МОДЕЛЬНЫЙ РЯД РЕЗАКОВ,
ГОРЕЛОК (РС, РСТ, ГС, ТВ, ГВ-Р) и З/Ч к ним, РЕЗАКИ «ВЕКТОР» (новинка),
РЕДУКТОРЫ, БАЛЛОНЫ, РУКАВА ДЛЯ ВСЕХ ГАЗОВ
КОМПЛЕКТЫ ГАЗОСВАРОЧНЫЕ ПЕРЕНОСНЫЕ И ПЕРЕДВИЖНЫЕ 5, 10, 40 л
ИНВЕРТОРЫ «ВЕКТОР» (новинка), ТРАНСФОРМАТОРЫ, ВЫПРЯМИТЕЛИ 120…500 А
ЭЛЕКТРОДЫ И АКСЕССУАРЫ ДЛЯ Э/СВАРКИ

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

(495) 228-17-44 (многоканальный)
(499) 201-41-44; 201-41-66; 201-41-88

На сегодня есть точно установленные, подтвержденные исследовательскими работами ВНИИАвтогенмаша, размеры для проходных сечений выходных каналов инжекторов и цилиндрических каналов смесительных камер для горючих смесей ацетилена с кислородом и пропан-бутана (природного газа, метана) с кислородом, обеспечивающие надежную, экономичную и безопасную работу инжекторных резаков.

Для горючей смеси кислорода и ацетилена:

$d_и$ = 0,6 мм; $d_{ск}$ = 1,8 мм.

Для горючей смеси кислорода и пропан-бутана (природного газа, метана):

$d_и$ = 0,95 мм; $d_{ск}$ = 2,8 мм.

**Приведенные формулы позволят нам более подробно описать работу инжекторного узла и мундштука резака.**

Подогревающий кислород поступает в инжектор, откуда вытекает с большой скоростью и попадает в смесительную камеру, увлекая за собой горючий газ. Сила инжекции уменьшается по длине струи, т.е. подсасывание горючего газа в начале смесительной камеры идет более интенсивно и плавно уменьшается в направлении окончания. Величина разрежения в канале горючего газа тесно связана с точностью изготовления газовых каналов инжекторного узла. Очень важно, чтобы ось сопла инжектора совпадала с осью цилиндрического канала смесительной камеры. Смешение газов, протекающих по смесительной камере, происходит вследствие разности скоростей истечения кислорода и горючего газа.

Отношение количества инжектируемого горючего газа к количеству инжектирующего кислорода является одним из важнейших показателей работы инжекторного резака и называется **коэффициентом инжекции**. Коэффициент инжекции эквивалентен запасу горючего газа в резаке, который позволяет по мере ухудшения инжекции во время работы резака поддерживать постоянство состава горючей смеси, сохраняя пламя нормальным. В соответствие с ГОСТом 5191 инжекторные резаки с расходом горючего газа до 2000 л/ч должны иметь в верхнем пределе рабочей мощности не менее чем 15% запас горючего газа при давлении 0,1 кгс/см$^2$.

Длина пути смешения и величина разрежения тесно связаны с формой и размерами отверстий инжектора, смесительной камеры и выходных каналов мундштука. От диаметра отверстия инжектора зависит длина инжектирующей поверхности кислородной струи. От размеров смесительной камеры зависит качество смешения газов. Оптимальная длина пути смешения газов должна быть на 15-20% меньше длины цилиндрического канала смесительной камеры.

Диффузор – коническая часть смесительной камеры, повышает стабильность процесса инжекции, улучшает процесс смешения газов и полноту сгорания горючего газа. В диффузоре кинетическая энергия движения смеси газов преобразуется в потенциальную энергию статического давления и сопровождается понижением скорости и повышением давления газовой смеси, под действием которого происходит ее равномерное истечение из выходного канала мундштука. Оптимальный угол диффузора - 8$^0$, при изменении угла в любом направлении коэффициент инжекции резко падает.

Правильно установленный состав смеси, качественное смешение и стабильное истечение газов из выходного канала мундштука являются необходимым условием полного сгорания смеси, равномерной температуры и устойчивости пламени.

**Одним из важных элементов безопасной работы резаков является устойчивость к обратным ударам пламени**. Для того чтобы избежать проникновения пламени внутрь резака, определим причины, способствующие возникновению обратного удара и меры противодействия этому явлению.

На устойчивость горения пламени и изменение состава горючей смеси влияют следующие факторы:

- соотношение диаметров отверстий инжектора, смесительной камеры и мундштука;
- обязательное наличие диффузора и конфузора в газовом тракте;
- повышенный нагрев мундштука резака;
- резкие перепады давлений газов перед резаком;
- конструктивные или производственные ошибки.

Повышенный нагрев мундштука – основная причина нарушения постоянства смеси в резаках инжекторного типа. Основным условием, обеспечивающим устойчивое горение пламени, является равенство скорости истечения и скорости распространения пламени горючей смеси у поверхности мундштука на выходе из сопла. В центре струя вытекающей смеси имеет наибольшую скорость, а по внешнему периметру струи наименьшую. Если скорость истечения горючей смеси у поверхности выходного сопла мундштука меньше скорости воспламенения, пламя становится неустойчивым и проникает внутрь сопла (сопел), далее внутрь мундштука, что в конечном итоге приводит к проникновению пламени в резак, то есть к обратному удару. Скорость воспламенения и скорость истечения смеси в значительной степени зависят от температуры. С повышением температуры горючей смеси скорость воспламенения резко возрастает, а скорость истечения из сопла (сопел) у поверхности мундштука падает из-за увеличивающегося тормозящего действия нагретых стенок сопла (сопел) мундштука, несмотря на расширение газов. Такие условия для проникновения обратного удара пламени создаются при нагреве мундштука до температуры: для ацетилено-кислородной смеси – 300-400$^0$, для пропано-кислородной (аналогично при применении природного газа) – 550-650$^0$.

**Материалы, приведенные в данной статье, направлены на то, чтобы создать прецедент определения технологических возможностей инжекторных резаков, предлагаемых на рынке России**.

При достаточно большом российском рынке резаков для кислородной резки (ориентировочно 450 тыс. штук в год) производители в пылу конкурентной борьбы для снижения затрат при изготовлении продукции зачастую идут на недопустимое снижение массы деталей или упрощение конструктивных элементов деталей, заведомо ухудшая технологические возможности резаков и их безопасность.

В настоящее время несколько предприятий передали в ООО «СКТБ АВТОГЕНТЕХМАШ» свои изделия для проведения испытаний. В числе первых завод газосварочного оборудования «РОАР» предоставил несколько серий резаков торговых марок «РС» и «ДОН». В процессе подготовки статьи наша испытательная лаборатория, которая полностью укомплектована современными стендами, провела испытания переданных резаков на предмет соответствия требованиям ГОСТ 5191. Проверялись параметры газового тракта, наличие всех необходимых конструктивных компонентов, качество (шероховатость) поверхностей, формирующих газовый тракт, и только после этого осуществлялась проверка параметров инжекции, расходных параметров и испытаний на горение в различных режимах. Особое внимание было обращено на безопасность резаков.

Для составления полной картины по инжекторным резакам, представленным на российском рынке, предлагается также и другим ведущим производителям: ОАО «Барнаульский аппаратурно-механический завод» (Россия), ООО «Завод автогенного оборудования «Донмет»» (Украина), ЗАО «КРАСС» (Россия), ООО «Промтехкомплект» (Россия), ООО «Джет», АО «Автогенмаш» (Армения) и др. направить образцы оборудования для проведения испытаний. Результаты испытаний будут доведены до производителя и опубликованы только с его согласия.

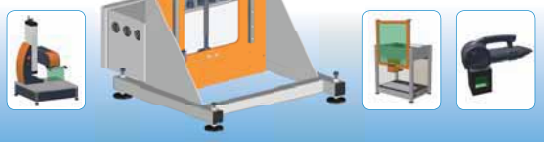
На основании полученных результатов ООО «СКТБ АВТОГЕНТЕХМАШ» проведет работу по созданию единой для РФ методики испытания газовых резаков инжекторного типа и утвердит ее в «Ростехнадзоре», а также подготовит предложения по переработке ГОСТа 5191 на основании современных требований, предъявляемых к оборудованию.

**А.К. Никитин**
**Генеральный директор**
**ООО «СКТБ АВТОГЕНТЕХМАШ»**

Почему наши лазеры
хорошо работают?

АТЕКО

Уникальное программное обеспечение
Сканаторы LScan
Лучшие в мире лазерные излучатели
Передовая электроника
Оптика от мировых лидеров
Глубокая интеграция компонентов
Первоклассное инженерное проектирование
Точная и надежная механика



Оборудование для лазерной маркировки

LDesigner®

АТЕКО, Москва, ул. Бутлерова, 17
Тел. 604-1094
www.ateko.ru

ULT
UMWELT - LUFTTECHNIK

Чистый воздух, высокая производительность
Reine Luft, starke Leistung

Эффективные системы дымоудаления и очистки воздуха при сварке и лазерной обработке

ULT
UMWELT - LUFTTECHNIK

ООО «ГелаксПлюс»
Подбор, консультации и поставка оборудования ULT AG в России
Москва, ул. Енисейская 1, стр.8
Тел/Факс: +7 (495) 228-64-95
E-mail: info@gelaxplus.ru
Интернет: www.gelaxplus.ru

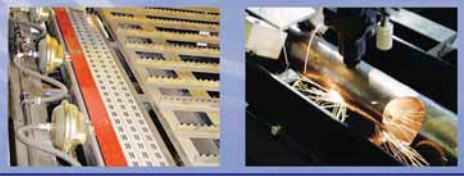
Лазерное оборудование для резки

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

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

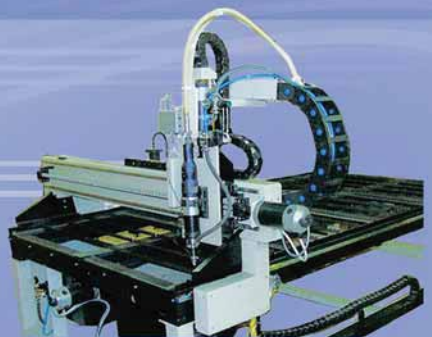
Обрабатываемые материалы:
черные и нержавеющие стали, сплавы алюминия толщиной до 6 мм

Специализированное оборудование
На базе ЛТК ТЕГРА-500Р



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

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



Скоростной раскрой черного металла и сталей

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

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

IPG
IRE-Polus

# СОЗДАВАЯ НОВУЮ РЕАЛЬНОСТЬ

## ПРОМЫШЛЕННЫЕ ВОЛОКОННЫЕ ЛАЗЕРЫ

НТО «ИРЭ-Полюс»
Россия, 141190, Московская обл.,
г.Фрязино, пл. Введенского, д.1.
тел.: +7 (496) 255 7448
факс: +7 (496) 255 7459
sales@ntoire-polus.ru
www.ntoire-polus.ru

# ВОЗМОЖНОСТИ СИСТЕМ ДЛЯ ЛАЗЕРНОЙ МАРКИРОВКИ С МАЛОМОЩНЫМИ ВОЛОКОННЫМИ ЛАЗЕРАМИ

В журнале РИТМ №10 за 2009 год мы рассказывали о возможностях реализации технологий обработки тонкопленочных элементов, обработке кремния, микрофрезеровке и микромаркировке на станках для маркировки и микрообработки типа МЛП2, совмещающих в себе возможности волоконных лазеров, высокоточных и высокопроизводительных кинематических систем и программного обеспечения последнего поколения. Именно такое объединение достижений лазерной техники, технологий точного машиностроения и программного обеспечения дает возможность решать новые технологические задачи, реализация которых ранее была либо невозможна, либо сопряжена с целым рядом трудностей. В данной статье мы продолжаем эту тему.

**Combining the achievements of the laser technology, the precision engineering technologies (in the field of direct-drive without conversion of motion) and the management systems allows not only find new fields of the applications, it solve fundamentally new to the technology problem, but go with the already known solutions to a qualitatively different level. The article shows the new capabilities of systems for laser marking and micromachining based on low-power fiber lasers.**

## СКРАЙБИРОВАНИЕ

Лазерное скрайбирование пластин из различных материалов (кремний, сапфир, ситалл, поликор, керамика, стекло, арсенид галлия, тонкопленочные элементы) выполняется для последующего разделения пластины на отдельные элементы по заданному контуру. Процесс осуществляется путем нанесения на поверхность сплошной канавки или прошивки близко расположенных отверстий. Ширина риски (канавки) при этом может составлять от 20 мкм.

Лазерное скрайбирование по сравнению с алмазным обеспечивает целый ряд преимуществ:

- значительно большая точность обработки и разделения пластин на отдельные элементы;
- отсутствие микротрещин и сколов, остаточных напряжений за счет отсутствия механического контакта с режущим инструментом;
- отсутствие износа режущего инструмента;
- возможность получения надрезов с ровными и чистыми краями без загрязнения микросхем отходами резки;
- малая область воздействия и минимальная зона термического влияния;
- возможность нанесения более глубоких по сравнению с механическими методами надрезов, без приложения усилий к разделяемому материалу;
- экологичность процесса;
- 100%-я повторяемость.

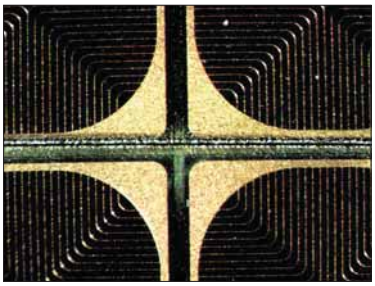


**Рис. 1 Скрайбирование заготовки с солнечными элементами, подложка GaInP/GaInAs/Ge**

ЗАО "ЛАЗЕРНЫЕ КОМПЛЕКСЫ"

**СТАНКИ ЛАЗЕРНЫЕ** для
► раскроя листового проката до 25 мм
► сварки до 8 мм
► термообработки

**Лазеры серии ТЛ**
Мощностью **1,0►1,5►2,0►2,5►3,0►5,0►10,0 кВт**

**Лазерная резка на заказ**
углеродистая сталь►нержавеющая сталь
алюминий►акрил

140700, МО, г.Шатура, ГСП, а/я 8
**Тел.: (495) 983-33-61**
**Тел./факс: (49645) 2-0946, 2-8282, 2-0501**
E-mail:lazers@mail.ru
www.lasercomp.ru

ESTO ЛАЗЕРЫ И АППАРАТУРА ТМ
ЭЛЕКТРОННОЕ СПЕЦИАЛЬНОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Разработка и производство технологического оборудования для обработки материалов: микрообработка, сварка, резка.

*Новый станок для микрообработки, маркировки МЛП2 3D-TURBO*

| | |
|---|---|
| Длина волны излучения | 1.02-1.07 мкм |
| Средняя мощность | 10, 20, 50 Вт |
| Позиционирование | гальваносканер и координатный стол |
| Поле обработки | до 800x600 мм |
| Скорость обработки | до 3000 мм/сек |
| Сеть | однофазная, 220 Вт |

E-mail: market@estoco.ru, телефон/факс: +7 495 651-90-31, 774-00-71
www.estoco.ru, 124498, г. Москва, Зеленоград, проезд 4806, д.5, стр.23

На **рис.1** показан результат скрайбирования заготовки с солнечными элементами на комбинированной GaInP/GaInAs/Ge-подложке толщиной 250 мкм. Ширина линии в данном случае составляет 35 мкм. По причине того, что материал этой подложки очень восприимчив к излучению на длине волны 1.06 мкм, по краям линии скрайбирования может легко образовываться металлизированный грат, что недопустимо. Проведя ряд экспериментов и внедрив новую систему управления пространственно-временными параметрами излучения, мы смогли минимизировать грат и уменьшить зону термического воздействия, сохранив при этом скорость обработки по данному материалу.

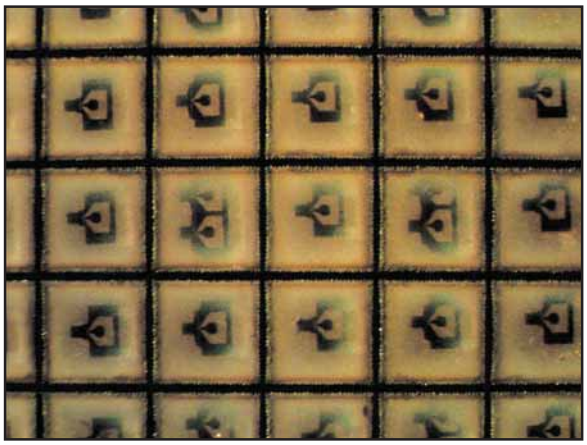


**Рис.2 Скрайбирование подложки из монокристаллического SiC**

На **рис. 2** показан результат решения аналогичной задачи — скрайбирования для подложки из монокристаллического карбида кремния (SiC). Этот материал существенно менее восприимчив, чем предыдущий, но для достижения хорошего качества и малой зоны термовоздействия и здесь не обойтись без специализированной системы управления пространственно-временными характеристиками излучения. Ширина результирующих линий — около 30 мкм.

## УДАЛЕНИЕ МЕТАЛЛИЗАЦИИ С ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОДЛОЖЕК

При производстве печатных плат «мокрые» операции (например, химическое травление) зачастую оказываются недопустимыми или как минимум нежелательными. Лазерные технологии предоставляют возможности по решению задач «сухого» изготовления печатных плат, давая также значительное преимущество по производительности, качеству и гибкости перенастройки.

Приведенные ниже результаты разработки и оптимизации технологии избирательного удаления металлизации с диэлектрических подложек выполнены с применением станка типа МЛП2, оснащенного волоконным лазером с длиной волны 1.06 мкм мощностью до 50 Вт.

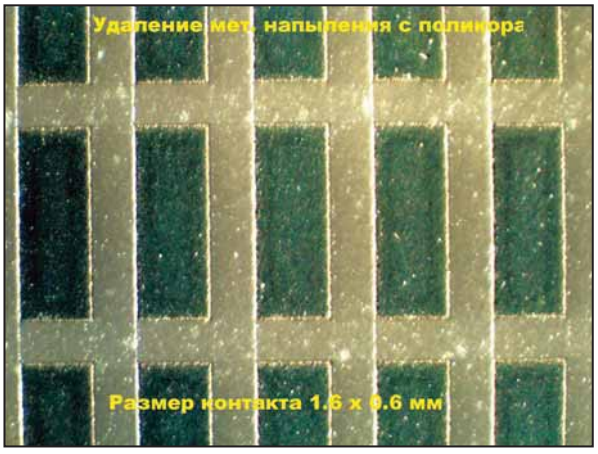



**Рис. 3 Удаление металлизации. Элемент Пельтье**

На **рис.3 и 4** показано избирательное удаление металлизации на подложке из поликора с формированием заготовки для изготовления элемента Пельтье. При этом, несмотря на тот факт, что материал подложки также восприимчив к длине волны 1.06 мкм и успешно обрабатывается такими лазерами, нами был установлен режим воздействия и отработана технология полного удаления металлизации и с минимальными повреждениями подложки. Возможен также промежуточный режим воздействия: с полным удалением металлизации и практически отсутствием повреждений подложки – как это делается в установках для подгонки резисторов.

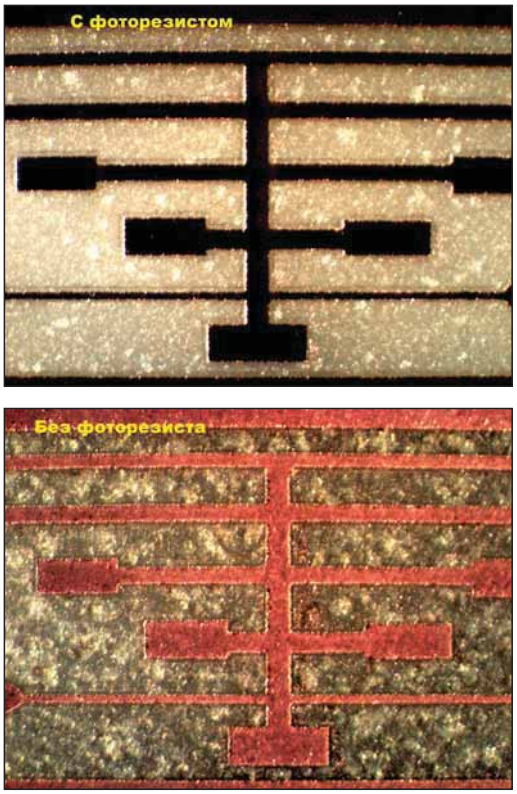



**Рис.4 Образцы удаления медного напыления: медь и медь, покрытая фоторезистом. Ширина дорожки – 70 мкм**

## МИКРОПРОФИЛИРОВАНИЕ

Еще одна задача, с которой успешно справляются станки на маломощных волоконных лазерах, — это микропрофилирование металлических поверхностей.

При этом даже такой теплоемкий и «вязкий» для лазерной обработки материал, как медь, удается обрабатывать с качеством, удовлетворяющим заданным техническим требованиям. На **рис.5** показана проскрайбированная «сеточка» на меди; размер квадратного выступа составляет 250*250 мкм.

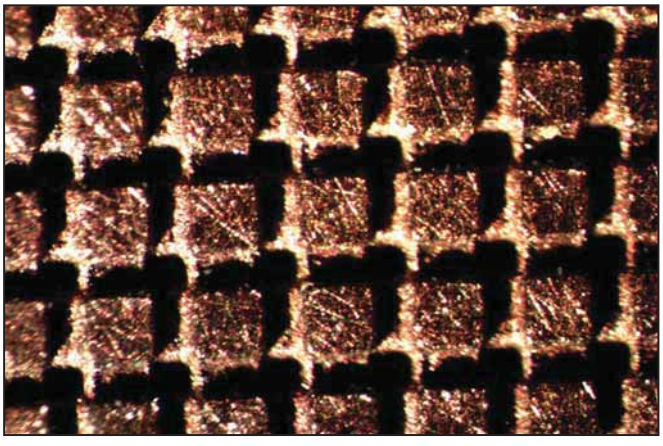
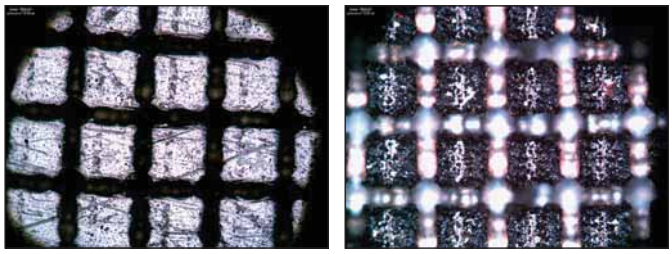


**Рис. 5 Микропрофилирование на меди**



а) б)

**Рис. 6 Микропрофилирование на полированной поверхности износостойкой стали**

*(Рис.6 а — фотография сформированной структуры непосредственно после лазерной обработки. Рис.6 б — это фотография той же структуры после легкой постобработки шлифовальной бумагой. Съемка проводилась цифровой видеокамерой-приставкой DCM-500 к оптическому микроскопу, при его большом увеличении и, соответственно, при малой глубине резкости — в условиях фокусировки на внешнюю поверхность структуры)*

## СВЕРЛЕНИЕ КРЕМНИЯ

Станки с маломощными лазерами длиной волны 1.06 мкм дают хорошие результаты и при обработке кремния (**рис. 7**).

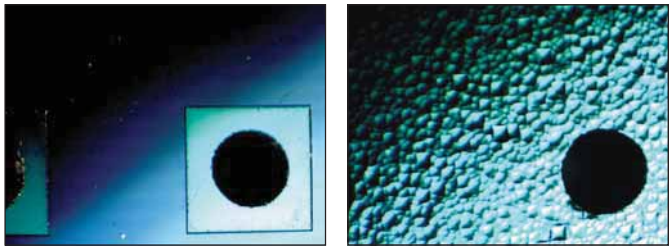


**Рис.7 Сквозное отверстие диаметром 0.8 мм, просверленное в кремниевой пластине**

На **рис. 7** показано сквозное отверстие диаметром 0.8 мм, просверленное в кремниевой пластине толщиной 3 мм, — заготовке для изготовления датчиков давления. В данном случае сверление производилось с выемкой материала не по контуру, а по всей площади. Сверление встречное — с передней полированной стороны со сформированными квадратными выемками, и с задней стороны.

При обработке кремния толщиной от 50 мкм возможна не только качественная резка и сверление отверстий, но и дозированная выемка на различную глубину, вплоть до сквозного сверления микроотверстий (**рис. 8**).

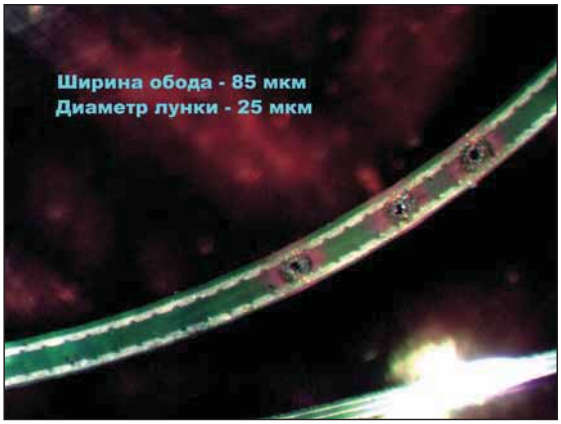



**Рис. 8 Дозированная выемка в кремнии**

В заключение хочется заметить, что постоянно проводимые исследования на лазерном оборудовании последнего поколения позволяют не только находить новые области применений, т.е. решать принципиально новые для данного типа технологии задачи, но и выходить с уже известными решениями на качественно другой уровень.

**А.А. Гришаев, А.Л. Кудрявцева**
**ЭСТО – Лазеры и аппаратура ТМ**
**market@estoco.ru**


# ЛАЗЕРНАЯ ОБРАБОТКА

## КОРПУСА, ПАНЕЛИ, РЕКЛАМНАЯ ПРОДУКЦИЯ - ГОТОВЫЕ ИЗДЕЛИЯ

- **Изготовление под ключ приборных панелей, а также корпусов приборов и пространственных коробов любой сложности с лазерной маркировкой, покраской или гальваническим покрытием. Изделия могут комплектоваться резьбовыми втулками, шпильками, стойками, ручками и приборными ножками.**
- **Возможен заказ любой сувенирной продукции, от сложных эксклюзивных ювелирных изделий до бизнес-сувениров.**

## ЛАЗЕРНАЯ СВАРКА, НАПЛАВКА

- **Сварка изделий из любых металлов и сплавов – круговые, линейные и сложнопрофильные швы. Сварка корпусов датчиков, разъемов, тепловых труб, сильфонов, деталей гидро- и вакуумных систем, а также изделий из пористых и сетчатых материалов. Лазерная пайка и наплавка. Толщина свариваемых материалов 0,1 - 2,5 мм.**

## ЛАЗЕРНАЯ МИКРООБРАБОТКА

- **Изготовление цилиндрических и конусных сквозных и несквозных отверстий любой формы глубиной до нескольких миллиметров, диаметром от нескольких мкм;**
- **Изготовление паяльных масок, подложек микросхем;**
- **Производство форсунок, сопел, микромаркировка деталей.**
- **Прошивка отверстий и скрайбирование керамических подложек для микроэлектроники.**

## ЛАЗЕРНАЯ РЕЗКА, ГРАВИРОВКА

- **Качественная и быстрая резка и гравировка любых материалов.**

**ESTO ЛАЗЕРЫ И ТЕХНОЛОГИИ**
**ЭЛЕКТРОННОЕ СПЕЦИАЛЬНОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**

**Производственно-внедренческий центр «Лазеры и Технологии»**
**E-mail:** info@pvlt.ru, info@laserapr.ru **Web:** http://pvlt.ru
**Тел/факс:** (499) 710-00-53, (499) 732-96-12

# СКАНЕР плюс

**производство лазерного оборудования для резки и маркировки**
**лазерная резка и маркировка изделий любой сложности**

Фирма “Сканер Плюс” основана в 1999 году. Наши сотрудники - высококвалифицированные специалисты в области лазерной техники и программирования, работающие в этой отрасли с 1982 года, участвовавшие в разработке и внедрении в производство первых поколений лазеров. За время своей деятельности фирма поднялась от производства простых лазерных маркеров до уровня ведущих коллективов отрасли по созданию новейших лазерных комплексов, обеспечивающих высококачественную резку, сварку и гравировку различных материалов.

Несомненный успех коллектива – создание комплекса «Маркер 1/20 Z», обеспечивающего качественную, без искажений, гравировку как плоскостных, так и криволинейных поверхностей, а также комплекса лазерного раскроя металла “СКИФ”, позволяющего осуществлять раскрой листового материала различных толщин в зависимости от мощности применяемого иттербиевого волоконного многомодового лазера производства компании “ИРЭ-Полюс”.

## Маркер 1/20

Комплекс предназначен для нанесения текстовых и графических изображений на плоскостные изделия методом лазерной маркировки (гравировки) с высокой точностью и разрешением и обладает возможностью включения в технологические линии для работы в автоматическом режиме. Комплекс «Маркер 1/20 Плюс» предназначен для маркировки длинномерных деталей, а также непрерывной маркировки большого количества малогабаритных деталей с применением специальной оснастки, позволяющей использовать все зеркало стола. В комплексах использованы комплектующие (электропривода, сканирующие устройства, электронные компоненты и др.) ведущих мировых производителей.

**Технические характеристики:**

| | |
|---|---|
| Глубина фокусировки, мм: | 2-3 |
| Размер зоны обработки, мм: | 100x100 |
| Скорость обработки, мм/сек: | свыше 2500 |
| Тип лазера: | импульсный волоконный ИЛМИ-1-20, длина волны 1,05-1,07 |
| Мощность, Вт: | 20 (возмождна поставка лазера 10 Вт) |
| Охлаждение: | автономное воздушное |
| Потребляемая мощность, не более кВт: | 0,6 |
| Система сканирования: | M-100 с блоком Scanlight 003 |
| Ресурс лазера, час: | свыше 30 000 |
| Размер зоны обработки для модели “20 Плюс”, мм: | 600 x 1400 |
| Программное обеспечение: | “ScanVizor” |
| Программное обеспечение для модели “20 Плюс”: | “ScanWave” |

## Маркер 1/20Z

Комплекс является дальнейшим развитием хорошо зареко–мендовавшего себя семейства моделей «Маркер 1/20». Он предназначен для нанесения текстовых и графических изображений на плоскостные и криволинейные поверхности изделий (цилиндр, сфера и др.) методом лазерной маркиров–ки (гравировки) только за счет перемещения лазерного луча и математической корректировки (программирования) его траектории без применения вращателей и иных устройств позиционирования. Глубина фокусировки (перепад высот маркируемой поверхности) составляет до 25 мм. Кроме того, в комплексе использованы более мощные дефлекторы модели 6240 фирмы Cambridge Technology.

**Технические характеристики:**

| | |
|---|---|
| Глубина фокусировки: | до 25 (до 100) |
| Размер зоны обработки, мм: | 100x100 (200x200) |
| Скорость обработки, мм/сек: | свыше 2500 |
| Тип лазера: | иттербиевый импульсный оптоволоконный, длина волны 1,05-1,07 |
| Мощность, Вт: | 20 |
| Охлаждение: | автономное воздушное |
| Потребляемая мощность, кВт: | 0,8 |
| Система сканирования: | “Optiscan 100/200Z” с блоком Scanlight 003 |
| Ресурс лазера, час: | свыше 30 000 |
| Размер комплекса для: | 1200 x 800 x 1500 |
| Программное обеспечение: | “ScanVizor” |

## СКИФ NEW

Установка лазерного раскроя листовых материалов «СКИФ» предназначена для резки листового проката всех марок сталей, титановых, медных и алюминиевых сплавов и позволяет производить раскрой углеродистых и нержавеющих сталей со скоростью до 6 м/мин с хорошим качеством реза, а также производить раскрой сплавов цветных металлов различных толщин. Установка состоит из иттербиевого волоконного многомодового лазера с чиллером (охладителем), оптической системы транспортировки лазерного излучения, подвижной каретки с лазерным резаком с перемещением по Z-координате и пневмо-блоком, двухкоординатного стола портального типа с контроллером “Magnum 400”.

**Технические характеристики:**

| | |
|---|---|
| Тип лазера (базовый): | ЛС-1,5 (в зависимости от ТЗ); |
| Длина волны излучения: | 1,07 мкм и 0,53 (красный луч) одновременно; |
| Средняя выходная мощность (базовая): | 1500 Вт (в зависимости от ТЗ); |
| Режим работы: | непрерывный/импульсный; |
| Размер зоны обработки: | 3000 x1500мм (в зависимости от ТЗ); |
| Точность позиционирования: | ±0,1 мм; |
| Точность обработки по контуру: | ±0,1 мм; |
| Скорость холостого хода режущей головки: | 12 м/мин; |
| Точность слежения за профилем листа: | 0,15 мм; |
| Потребляемая мощность: | не более 6 кВт |

Россия, Москва, Люблинская ул., 139, +7 (495) 351-32-23, www.scaner-pl.ru, e-mail: cltech@mail.ru

VNITEP
ADVANCED LASER CUTTING TECHNOLOGY

# ПРОМЫШЛЕННЫЕ КОМПЛЕКСЫ ЛАЗЕРНОГО РАСКРОЯ МЕТАЛЛА

XXI век, мировая промышленность вступает в гонку производственных мощностей. Здесь победителем становится тот, кто вовремя оценил и использовал преимущества инновационных технологий, позволяющих ускорить производство, сократить затраты и оптимизировать деятельность предприятия.

Компания **«ВНИТЭП»** производит уникальные комплексы лазерного раскроя **КС «Навигатор»**. Комплекс имеет оригинальную запатентованную конструкцию координатного стола, которая позволяет получать высочайшие характеристики по надежности, точности, производительности и удобству эксплуатации.

В конструкции координатного стола комплекса используются комплектующие ведущих мировых производителей: линейные шариковые направляющие фирмы INA, гибкие кабельные каналы IGUS, система ЧПУ - DELTA TAU, предохранительные амортизаторы и пневмосистема FESTO и CAMOZZI.

Отсутствие механических передач обеспечивает высокую надежность комплекса. При создании координатного стола комплекса **«Навигатор»** решена проблема управления линейными двигателями на высоких скоростях.

Конструктивные особенности станка позволяют:

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

Ресурс приводов и направляющих рассчитан более чем на 100 000 км пробега. Гарантийный срок оборудования не более 24 месяцев.

Применение прямого линейного привода обеспечивает высокую точность обработки. Подтверждением является тот факт, что для выполнения заказа по прецизионной лазерной резке циркониевых пластин для АЭС, из всех мировых производителей большеформатных комплексов с полем обработки 1500x3000 мм, участвовавших в квалификационных испытаниях, аттестацию прошли только 2 компании, одна из них **ВНИТЭП**.

Эксплуатация комплекса не требует участия высококвалифицированного персонала.

Стоимость функциональных аналогов ведущих западных производителей (Trumpf, Amada, Bystronic) значительно выше стоимости комплекса лазерного раскроя **КС «Навигатор».**

Эксплуатационные расходы и потребление электроэнергии **КС «Навигатор»** в несколько раз меньше по сравнению с комплексами, оборудованными $CO_2$ лазерами.

Данное оборудование имеет высокую устойчивость к пыли и вибрациям. Фильтровентиляционная система соответствует европейским экологическим нормам и позволяет резко сократить выбросы теплого воздуха в атмосферу, что приводит к значительной экономии на отопление производственных помещений.

Наличие сменных паллет оптимизирует процесс производства, давая возможность производить быструю замену заготовок.

**КС «Навигатор»** комплектуется волоконным лазером мощностью от 0,5 до 3 кВт. Нашими партнерами, выпускающими волоконные лазеры, являются транснациональная научно-техническая Группа IPG Photonics Corporation и немецкая компания Rofin Sinar.

| Размеры координатных столов, мм | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | КС-3В | КС- 5В | КС-6В | КС- 7В | КС-8В | КС- 9В |
| X, мм | 3050 | 3750 | 7050 | 7050 | 9250 | 9050 |
| Y, мм | 1550 | 1550 | 2050 | 1550 | 2050 | 2550 |
| Z, мм | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |

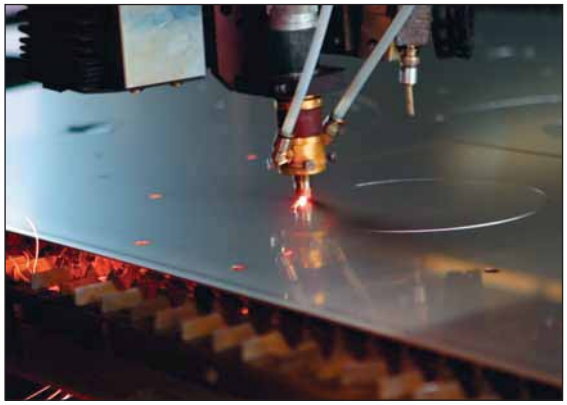
Применение волоконных лазеров позволяет избежать дорогостоящего сервиса и регулярной юстировки из-за отсутствия сложной системы зеркал.

Волоконные лазеры потребляют меньше электроэнергии из-за высокого КПД – 25% (для сравнения КПД $CO_2$ лазеров составляет около 10%), имеют малую расходимость выходного пучка и более высокий коэффициент поглощения излучения металлами. Например, алюминий поглощает 2% излучения $CO_2$ лазера и 20% излучения волоконного лазера.

Волоконный лазер мощностью 2 кВт позволяет производить раскрой металлов следующих толщин:

| | |
|---|---|
| конструкционная сталь | до 20 мм |
| нержавеющая сталь | до 12 мм |
| алюминий и сплавы | до 10 мм |
| латунь | до 6 мм |

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



| Основные технические характеристики координатного стола КС на линейных двигателях | |
|---|---|
| Длина | 9 800 мм |
| Ширина | 2 700 мм |
| Высота | 2 100 мм |
| Вес | 11 500 кг |
| Электропитание | 380-415/3ф/ 50Гц/20кВт |
| Зона обработки X/Y/Z | 3050/1550/200 мм |
| Максимальная скорость холостых перемещений X/Y/Z | 150/150/60 м/мин |
| Максимальная скорость рабочих перемещений X/Y/Z, которые обеспечивает система слежения | 60/60/60 м/мин |
| Максимальные ускорения X/Y/Z | 25/25/25 м/с$^2$ |
| Точность позиционирования | ± 0,01 мм/м |
| Погрешность повторного позиционирования | 5 мкм |
| Максимальная высота заготовки | 200 мм |
| Максимальный вес заготовки | 900 кг |

# КАК РЕШИТЬ ВАШИ ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ИНСТРУМЕНТОВ ИЛИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ

STEPMOTOR

Решение задач точного управления движением инструментов и исполнительных элементов оборудования или перемещения и фиксирования грузов актуально для Вашего предприятия.

Такие задачи возникают, например, для следующих операций: нанесения покрытий, склейки, дозировки, маркировки, обработки лазером, резки, доставки заготовки к обрабатывающему инструменту, измерений и контроля, а также во многих других случаях.

Они решаются применением устройств позиционирования и управления.

Исходными данными для Вашей задачи являются вес перемещаемого груза (инструмента), скорость и траектория его движения, расстояния, на которые надо перемещать груз в одном, двух или трех измерениях.

Самостоятельное решение поставленной задачи потребует от Вас проведения большого объема работ. В том числе: принятие технических решений, разработка конструкторской документации, комплектация, изготовление, испытания, аттестация, документирование и ввод в эксплуатацию Вашего устройства. Кроме собственно механической системы, те же работы надо произвести для создания электронного программируемого устройства управления. Перечисленные работы характеризуются значительными продолжительностью, трудоемкостью и, следовательно, стоимостью.

Альтернативой для самостоятельного решения Вашей задачи является покупка готового устройства. Вы можете возразить, заявив, что в Вашем случае требования очень специфичны и вряд ли готовое решение существует. Тем не менее, несмотря на то, что число различных сочетаний перечисленных выше исходных данных составляет десятки тысяч, для них существуют типовые решения. Среди которых в течение считанных минут Вы найдете решение именно своей задачи.

## КАК ЭТО СДЕЛАТЬ

Для решения своих задач воспользуйтесь системой позиционирования **DriveSets**! Эта система:

- полностью смонтирована и готова к интеграции с Вашим оборудованием;
- укомплектована программируемым устройством управления;
- снабжена универсальным программным обеспечением;
- сопровождается подробной технической документацией на русском языке и Руководством для программирования Ваших функций и команд;
- практически не имеет ограничений в областях применения;
- имеет более 36000 вариантов исполнения.

**Для выбора необходимой Вам системы определите параметры выбора:**

- рабочее пространство: прямая, плоскость, объем, вращение;
- классы: скорости, точности и нагрузки.

Параметры и их величины, используемые при выборе нужной Вам Системы **DriveSets**, приведены в таблице.

| Тип движения | Скорость | Точность | Нагрузка до |
|---|---|---|---|
| Поступательное | 0,1; 0,4; 1 и 5 м/с | 0,4; 0,1 и 0,025 мм | 1, 5, 15 и 40 кг |
| Вращательное | 30; 240 и 720 градусов/с | 0,25; 0,1 и 0,02 градуса | 1, 5, 25 и 70 кг |

Зайдите на сайт www.stepmotor.ru! В разделе «Продукция» ознакомьтесь с подробной информацией о Системе **DriveSets**! Затем кликните мышкой по изображению Системы. Выберите язык! В разделе «Выбор онлайн» воспользуйтесь ссылкой для входа в диаграмму выбора! Она выделена оранжевым шрифтом: grafischer Auswahl-Assistant. Далее кликнете мышкой по изображению системы нужного Вам типа!

| | | | |
|---|---|---|---|
| | «прямая» – однокоординатная система | | «плоскость» – двухкоординатная система |
| | «объем» – трехкоординатная система | | «вращение» – модуль вращения, поворотные столы |

Выберите необходимые Вам параметры (скорость, грузоподъемность, точность позиционирования)! По вертикальной оси указана нагрузка (перемещаемый вес), по горизонтальной оси – требуемая скорость перемещения. В большинстве вариантов для заданной нагрузки и скорости доступны три возможных точности позиционирования:

- ❶ малая точность позиционирования – 0,4 мм – черный круг на диаграмме
- ❶ нормальная точность позиционирования – 0,1 мм – серый круг на диаграмме
- ① высокая точность позиционирования – 0,025 мм – белый круг на диаграмме

Системы **DriveSets** для рабочих пространств «Плоскость» и «Объем» существуют в двух исполнениях**:**

| | | | |
|---|---|---|---|
| | консольная – четные номера, верхний ряд | | портальная – нечетные номера, нижний ряд |

**Выбрав вариант исполнения, Вы сразу же получите доступ к техническому паспорту Вашей системы. Далее выберете длины осей и варианты (опции) возможного исполнения Системы** (например, управление траекторией, магнитный тормоз, кабельканалы и другие).

**Сформированный Вами технический паспорт одним нажатием мышки надо загрузить в файл Pdf формата и отправить его в компанию «Степмотор» по электронной почте** stepmotor@magicsys.spb.ru. **Ответным письмом Вам будет направлено коммерческое предложение.**

**Что надо сделать** для покупки **Системы DriveSets:**

- Рассмотреть и принять коммерческое предложение компании **«Степмотор»**.
- Сообщить по телефону или электронной почте о решении купить.
- Получить и оплатить счет.

В течение нескольких месяцев Вы получите свою Систему **DriveSets** в единой упаковке уже готовую и смонтированную. Система **DriveSets готова к работе немедленно.** Вам останется только закрепить ее в оборудовании и начать эксплуатацию. **Проще не бывает!**

**Используйте преимущества и выгоды Системы DriveSets! Вы сэкономите много времени и денег. Упростите реализацию Ваших решений по автоматизации!**

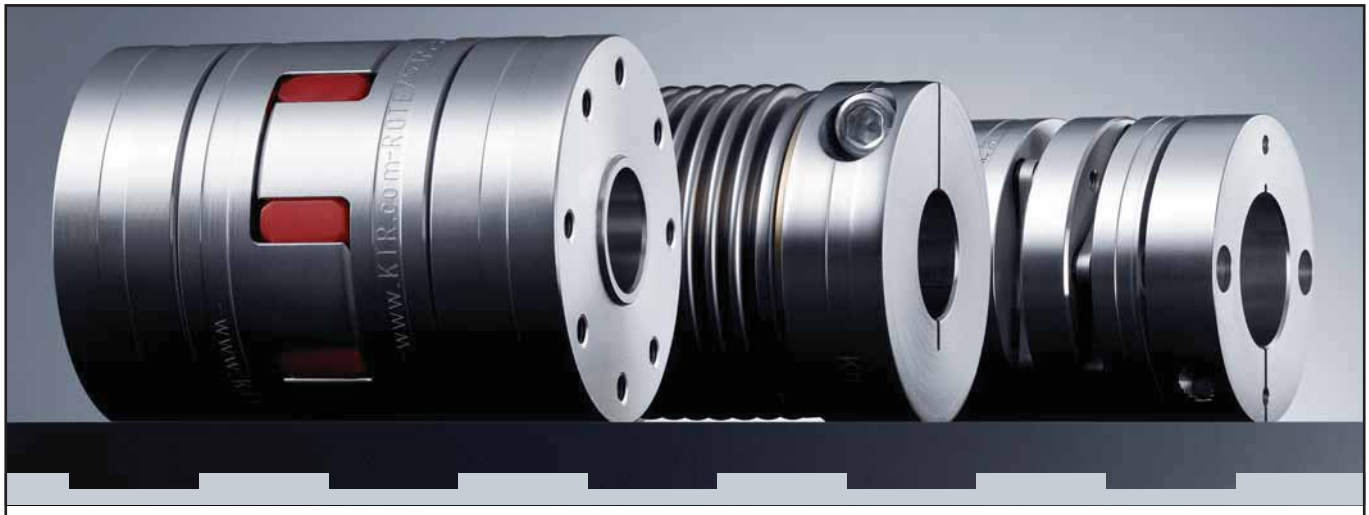
**Закажите свою Систему DriveSets заблаговременно! Это обеспечит Вам дополнительную экономию.**

**Обратитесь в компанию «Степмотор»!**

**Телефоны** +7 (812) 953-0732; +7 (812) 716-4572

**Факс** +7 (812) 327-1388 (доб. 106)

**E-mail:** sales@magicsys.spb.ru



# СКОРОСТЬ! ТОЧНОСТЬ! НАДЁЖНОСТЬ!

**Среди более чем 20.000 изделий для приводной техники KTR предлагает широкую программу муфт для сервопривода и систем позиционирования:**

- Сильфонные муфты TOOLFLEX®
- Стальные пластинчатые муфты RADEX-NC®
- Упругие беззазорные муфты ROTEX GS®
- Миниатюрные муфты для энкодеров
- Большие возможности выбора варианта исполнения и крепления муфты

Made for Motion KTR

**Дочернее предприятие в России:**
**ООО «КТР Приводная техника» Тел. +7 (812) 495- 62-72 Факс + 7(812) 495-62-73 E-mail: mail@ktr.ru**

DYNAMO

**ООО "Динамо Групп":**
**117570, г. Москва, ул. Красного Маяка, д.26, оф.125В**
**Тел./факс (495) 726-58-68, 726-58-69**
**http://www.dynamo-bg.com**
**E-mail: info@aspin.com.ru**

**ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ**

**Предлагаем к поставке продукцию завода "ДИНАМО" АД Болгария:**

- **Стартеры и генераторы**
- **Постояннотоковые серводвигатели серий PI, PC, 3PI**
- **Электродвигатели постоянного тока серии MP, 47MBH, MBO, MTA, MX**
- **Тахогенераторы и резольверы для электродвигателей**
- **Электроприводы для станков с ЧПУ мод. MDC 2 и SDC IV пр-ва ArtTech ООД, Болгария**
- **Трансформаторы и дроссели для электроприводов**
- **Станции с комплектом электрооборудования для станков с ЧПУ**

DYNAMO

# РЕЗЬБООБРАБОТКА

vargus
NEUMO Ehrenberg Group

В области разработок Vargus является одной из ведущих в инновационной деятельности. Наряду с инструментом общего и специального назначения **для изготовления резьбы**, компания разработала и успешно выпускает принципиально новые виды резьбообразующего инструмента,такие как:

- резьбовые токарные сменные многогранные пластины из твердого сплава двойного ресурса стойкости серии V6 с 6 независимыми режущими зубьями;
- резьбовые фрезы цельные твердосплавные серии MILLIPRO для обработки микрорезьб диаметром от 1 мм;
- резьбовые фрезы цельные твердосплавные серии MILLIPRO HD для обработки твердых (до 62HRC) материалов;
- резьбовые фрезы сборные со сменными многогранными пластинами из твердого сплава серии TMSD для обработки резьб в глубоких отверстиях типа колодцев;
- резьбовые фрезы со сменными пластинами (25 мм и 40 мм) из твердого сплава серии MITM для обработки цилиндрических и конических длинномерных резьб;
- резьбовые фрезы цельные твердосплавные комбинированные хвостовые серии HTC (Triller) для обработки сверлением, резьбонарезанием и для снятия фаски одним инструментом;
- токарные резцы со сменными пластинами из твердого сплава серии MICROSCOPE для обработки миниатюрных поверхностей и деталей методом растачивания для гладких цилиндрических и конических ступенчатых поверхностей, а также методом профилирования фасонных поверхностей резьбонарезанием и отрезкой;
- резьбовые резцы со сменными вставками из твердого сплава серии MINIPRO для обработки микрорезьб диаметром от 3,2 мм;
- а также ряд других, не имеющих аналогов, инновационных технических решений в области резьбообразующего инструмента.

*Vargus обеспечивает международный уровень качества изготовления режущего инструмента, экологической и промышленной безопасности в соответствии с требованиями международных стандартов ISO 9001: 2000, ISO 14001 и OHSAS 18001.*

ТаТехнология
ИНЖЕНЕРНЫЙ ЦЕНТР
ОБОРУДОВАНИЕ, ИНСТРУМЕНТ, ОСНАСТКА, ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ МЕТАЛЛООБРАБОТКИ

**Инженерный Центр «ТаТехнология»**
**344091, г. Ростов-на-Дону, ул. Краснодарская 2-я, 133 / 35**

**тел./факс (863) 271-13-89, e-mail: td@ta-t.ru, http://www.ta-t.ru**

SKBIS

Точность позиционирования
Новые возможности станка
Высокая надежность
Уверенность в партнере

# ПОД МАРКОЙ ЛИР

- Недорогие решения для модернизации станков и оборудования

- Большой выбор моделей и их параметров для контроля линейных и угловых перемещений

- Изготовление и поставка от двух недель
- Замена импортных аналогов, в том числе, снятых с производства

- Гарантия 36 месяцев
- Быстрый и качественный сервис

- Монтаж на оборудование заказчика силами специалистов СКБ ИС и фирм-партнеров

- Возможность разработки моделей под требования заказчика

**ISO 9001**

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

# МЕГАТУЛС

## МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

## Safety

Токарный, фрезерный, сверлильный инструмент
со сменными твердосплавными пластинами.
Сплавы нового поколения для токарной и фрезерной
обработки жаропрочных материалов и нержавеющих сталей!

## SIMTEK®

Инструмент для проточки канавок, отрезки,
нарезания резьбы, протяжки, фрезерования пазов.
Расточной инструмент для малых диаметров обработки – от 0,3 мм.
Компания МЕГАТУЛС является
эксклюзивным дистрибьютором SIMTEK Präzisionswerkzeuge GmbH в РФ.
ПРИГЛАШАЕМ К СОТРУДНИЧЕСТВУ РЕГИОНАЛЬНЫХ ДИЛЕРОВ!

## TANOI

Высококачественный японский резьбонарезной инструмент.
Микрометчики от S0,5 x 0,125. Специальные метчики до M100.
Многофункциональные метчики, выполняющие одновременно
функцию сверления, фрезерования, зенкерования,
нарезки резьбы и снятия заусенцев.

**Действуют специальные акции**
**на инструмент фирм SAFETY, SIMTEK, TANOI !!!**
Подробности на сайте www.megatools.ru


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

на правах рекламы

FESTO

# Электрические приводы для автоматизации производства

Консольный манипулятор

Перекладчик

**Компания Festo, европейский лидер в области автоматизации, предлагает широкую гамму электромеханических приводов и решений для задач перемещения, манипулирования, сборки:**

- линейные приводы с ременной или винтовой передачей
- поворотные приводы
- приводы с линейным электродвигателем
- направляющие
- серводвигатели
- шаговые двигатели
- двигатели постоянного тока
- контроллеры
- конструктивный профиль и элементы для корпусов, станин и т.п.
- системы и шкафы управления для сборочных систем и систем манипулирования
- готовые сборочные системы и манипуляторы

Линейный манипулятор

Трехкоординатный манипулятор

Манипулятор на базе трипода

**ООО „ФЕСТО-РФ"**
119607, Москва, Мичуринский проспект, 49
**(495)737-34-87**
**festo@festo.ru**
**Интернет Магазин**
**www.festo.com/ru/onlineshop**
**onlineshop@festo.ru**
**www.festo.com/ru**

# ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТВЕРДОСПЛАВНОГО ИНСТРУМЕНТА

**The level of the metal-cutting tool development largely determines the progress of all machining manufactures. In article development tendencies of the carbide tool are considered and the perspective tool designs of some firms-manufacturers are resulted.**

Уровень развития металлорежущего инструмента во многом определяет прогресс всего механообрабатывающего производства.

**Твердосплавный режущий инструмент относится к наукоемкой, постоянно совершенствующейся продукции**. Современными тенденциями его развития являются: 1) разработка и освоение производства новых марок режущих материалов; 2) широкое применение износостойких покрытий; 3) разработка новых и совершенствование существующих конструкций инструмента и технологий его изготовления.

**Совершенствование конструкций твердосплавного инструмента идет по пути усложнения рабочих поверхностей** и, в первую очередь, передних поверхностей сменных режущих пластин (СРП). Оптимизация конструкций режущих пластин позволяет повысить стабильность и надежность механической обработки.

В последние годы номенклатура СРП существенно расширилась. Лидируют в области совершенствования конструкций режущих пластин иностранные концерны и их филиалы. В настоящее время пластины со сложной формой передней поверхности рекомендуются для обработки всех групп материалов.

**Основной тенденцией совершенствования СРП является универсализация геометрии с целью расширения диапазона стружкодробления**, обеспечиваемого каждым типом пластин. Наряду с универсализацией геометрии стружкоформирующих элементов наблюдается противоположная тенденция – разработка СРП со специальной геометрией для сравнительно узких областей применения при обработке специальных сплавов, например, с высоким содержанием никеля, титановых, жаропрочных сплавов и т.д.

Оба направления базируются на общих принципах проектирования СРП со стружкозавивающей передней поверхностью, согласно которым определение геометрических параметров пластины осуществляется по критерию получения благоприятной формы стружки, учитывающему внешний вид стружки и механику резания.

**По-прежнему довольно широко используются режущие пластины со стружкозавивающими канавками**, которые выпускаются многими фирмами. Геометрические параметры канавок у сменных многогранных пластин (СМП) разных фирм различаются незначительно и их применение чаще всего ограничено областью обработки углеродистых и

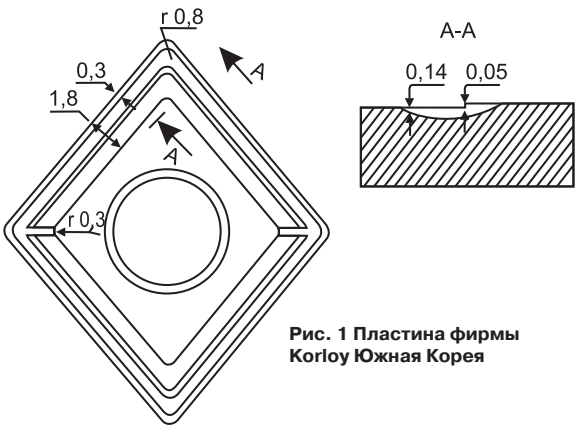
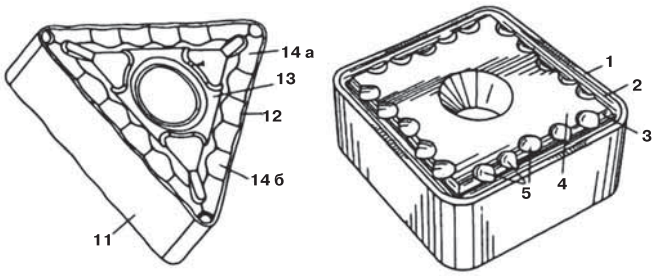



**Рис. 1 Пластина фирмы Korloy Южная Корея**




а) б)

**Рис. 2 Сменная режущая пластина фирмы Safety (Франция) (а), сменная режущая пластина фирмы GTE Valenite Corp (б)**

легированных сталей в диапазоне подач 0,25...0,7 *мм/об* и глубин резания 2...8 *мм*. Типичным примером такой пластины может служить пластина фирмы **Korloy** (Южная Корея), форма которой показана на **рис. 1**.

Применяются пластины с двумя и даже с тремя стружечными канавками. При малых сечениях среза работает первая канавка, при больших – вторая и т.д. Тем самым достигается универсальность пластины, обеспечивая дробление стружки при разной глубине резания.

Использование подобных сравнительно простых стружкоформирующих элементов не всегда позволяет гарантировать удовлетворительное дробление стружки в широком диапазоне режимов резания и свойств обрабатываемых материалов. Для увеличения деформаций и напряжений в стружке создаются условия для ее завивания не только в вертикальной, но и в горизонтальной плоскости.

С этой целью изготовляются канавки переменного профиля с изменяющейся геометрией вдоль режущей кромки инструмента. **Кроме этого на передних поверхностях СМП выполняют различного рода выступы и впадины, деформирующие стружку в поперечном сечении, что приводит к увеличению ее жесткости и снижению угла изгиба стружки для дробления**. Наличие выступов и впадин на передней поверхности уменьшает площадь контакта стружки и облегчает доступ смазочно-охлаждающих технологических сред к прирезцовой стороне стружки, что приводит к уменьшению силы трения и количества тепла, передаваемого в инструмент. Однако, в результате поперечной деформации стружки отмечается некоторое увеличение составляющих силы резания.

В конструкции передней поверхности СМП фирмы **Imperо** (Италия) канавка выполнена с увеличивающейся глубиной и шириной по направлению от вершины СМП к середине длины режущей кромки. Фирма **Mitsubishi** (Япония) выпускает пластины, у которых глубина и ширина канавки уменьшаются к середине длины режущей кромки. СМП со сферическими углублениями на передней поверхности хорошо зарекомендовали себя при точении фасонных профилей и заготовок с переменной глубиной резания. Такие впадины могут располагаться непосредственно вблизи режущей кромки или с выходом на нее. СМП со сферическими лунками, выходящими на боковую поверхность, выпускаются, в частности, фирмой **Mantanwerke Walter GmbH**. СМП квадратной, параллелограммной и треугольной форм имеют на каждой режущей кромке по 3-6 пересекающихся сферических углублений, радиус которых увеличивается по направлению от вершины к середине режущей кромки.

Принцип оформления стружкозавивающих элементов, аналогичный вышеизложенному, реализован в СМП, запатентованной фирмой **Safety S.A.** (Франция). СМП имеет форму правильного трехгранника (**рис. 2 а**). Фаска 12 на пересе-

чении боковой 11 и передней 13 поверхностей выполнена волнистой, а длина волн соответствует длине углублений 14a и 14b, образующих стружкозавивающую канавку. Длина углублений уменьшается по направлению от вершины к середине режущей кромки, а их ширина увеличивается в том же направлении.

Комбинация сферических углублений с одинарной канавкой запатентована фирмой **GTE Valenite Corp**. СМП в форме квадрата (**рис. 2 б**) имеет по периметру фаску **1**, являющуюся укороченной передней поверхностью и сопряженную с одинарной канавкой постоянного профиля, образованной нисходящей **2** и восходящей **3** поверхностями. В зоне сопряжения верхней плоскости **4** с восходящей поверхностью **3** выполнены сферические углубления **5**, причем по мере удаления от вершины СМП расстояние от режущей кромки до центров углублений увеличивается. Наличие углублений способствует гофрированию стружки при любых значениях глубины резания.

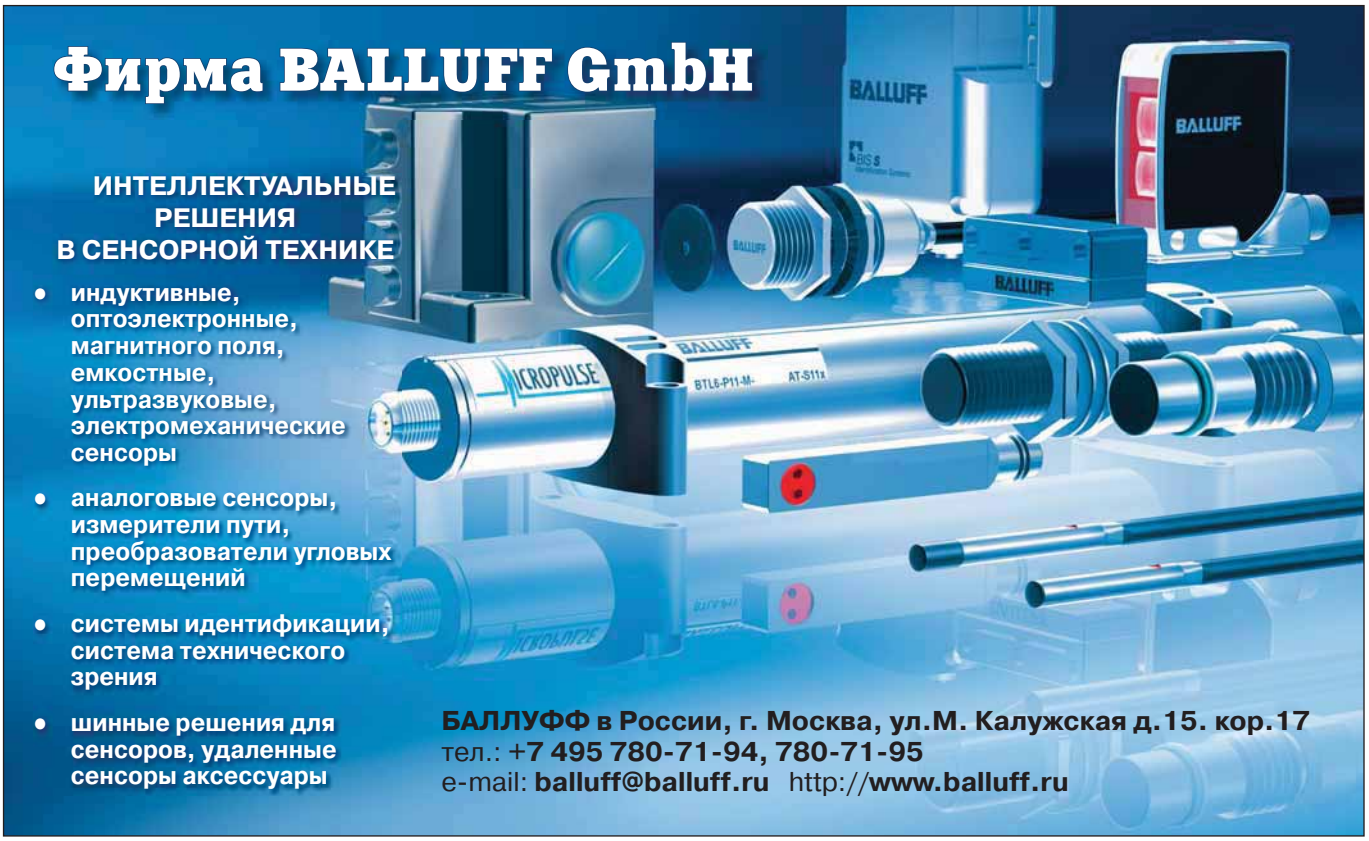
**Рис. 3 Пластина с выступами на передней поверхности**

Фирмой **Sumitomo** (Япония) в 80-х годах были созданы пластины с торговыми марками **Bumpy-G**, **Wary-A**, **Skipy-S**, на передней поверхности которых были выполнены небольшие выступы сферической или каплевидной формы (**рис. 3**). Такие выступы обеспечивали пластинам уменьшение площади контакта стружки с передней поверхностью, что, совместно с большими положительными передними углами, гарантировало уменьшение силы и температуры резания. В настоящее время механизм управления формированием стружки с помощью локальных выступов заложен во многих конструкциях передней поверхности. В зависимости от режимов резания локальные выступы выполняют роль либо опоры, либо стружкозавивающего элемента, или изменяют форму поперечного сечения стружки.

**Рис. 4. Пластины с уступом волнообразной формы**

Фирмы Sandvik Coromant, Krupp Widia, Mitsubishi и другие рекомендуют изготавливать пластины с уступом, имеющим волнообразную форму (**рис. 4**).Тенденция усложнения формы передней поверхности инструмента путем задания различных геометрических параметров режущей кромки и стружкоформирующих элементов в разных сечениях СМП обусловлена необходимостью использования единого инструмента в условиях значительных изменений глубины резания, подачи и диаметра заготовки при обработке одной детали, например, при наружном точении ступенчатого валика с фланцем.

На **рис. 5** показана геометрия СМП типа MF фирмы **Sandvik Coromant**, используемой для выполнения токарных операций обработки ступенчатых валов. По биссектрисе угла при вершине передний угол составляет 15°, а восходящая стенка канавки располагается в непосредственной близости от режущей кромки. Это обеспечивает удовлетворительное стружкодробление при малых сечениях среза. В направлении от вершины СМП к середине режущей кромки уменьшается передний угол, увеличивается ширина канавки, форма и положение задней стенки. Такая поверхность вместе с криволинейной формой режущей кромки обеспечивает удовлетворительное стружкодробление при средних значениях глубины резания. При обработке торца с подачей от центра стружкодробление осуществляется благодаря криволинейности режущей кромки и наличию выступа вблизи вершины.



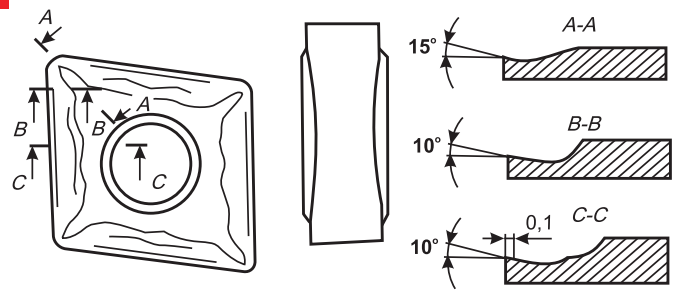



**Рис. 5 Сменная многогранная пластина с индексом MF фирмы Sandvik Coromant**

**Опыт проектирования СМП ведущими зарубежными фирмами позволил** выделить наиболее характерные элементы стружкозавивающих элементов и на этой основе **создать группы универсальных режущих пластин**.

Фирма **Sandvik Coromant** разработала гамму СМП для токарной обработки определенных групп материалов, включающую в себя три основных типа стружколомающих элементов, предназначенных для чистовой, получистовой и черновой обработки с глубинами и подачами соответственно $t$ = 0,2-2,0 *мм* и $s$ = 0,05-0,*3 мм/об.*, $t$ = 1,5-6 *мм* и $s$ = 0,2-0,*5 мм/об.*, $t$ = 3-12 *мм*, $s$ = 0,35-1,5 *мм/об.* Оптимизированные геометрии PF, PM, PR предназначены для точения сталей, геометрии MF, MM, MR – для точения нержавеющих сталей и KF, KM, KR – чугуна. Другие геометрии WMX, WF, WM, WR – подходят как для обработки конструкционных и нержавеющих сталей, так и чугунов. Область применения каждой геометрии определяется диаграммой стружкодробления, пример которой для геометрии PF, PM, PR представлен на **рис. 6**.

**Фирма Plansee** разработала гамму из трех типов стружколомающей геометрии, позволяющую заменить 20-30 типов выпускавшихся ранее СМП. Наиболее широкое применение в условиях гибких производственных систем находят СМП с геометрией типа TM, предназначенные для обработки практически всех видов сталей, в том числе по корке и окалине (**рис. 7**). СМП типа TM работают с подачей 0,12-0,65 *мм/об.* с глубиной резания 0,7-6,5 *мм*. Для меньших сечений среза изготовляются СМП типа TF, а для более тяжелых условий односторонние СМП с геометрией TR, изготовляемые из более прочного твердого сплава типа Sr 137. По сведениям фирмы гамма СМП с геометрией TF, TM, и TR может обеспечить стабильное стружкодробление в 80% случаев токарной обработки сталей.

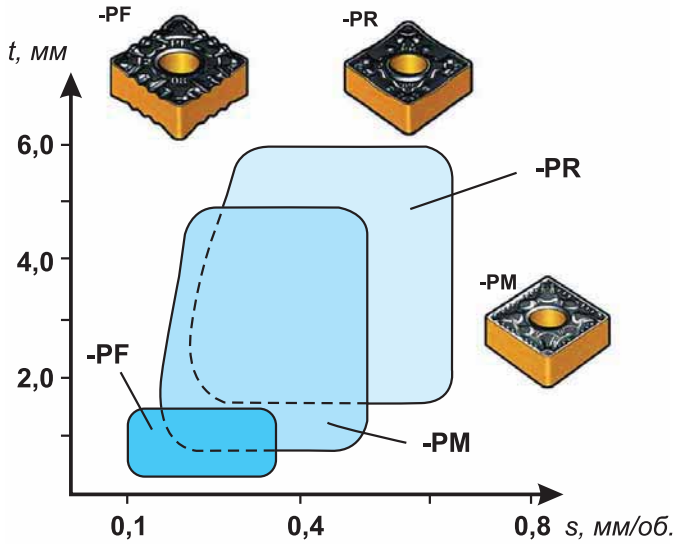



**Рис. 6 Диаграммы стружкодробления режущих пластин фирмы Sandvik Coromant**

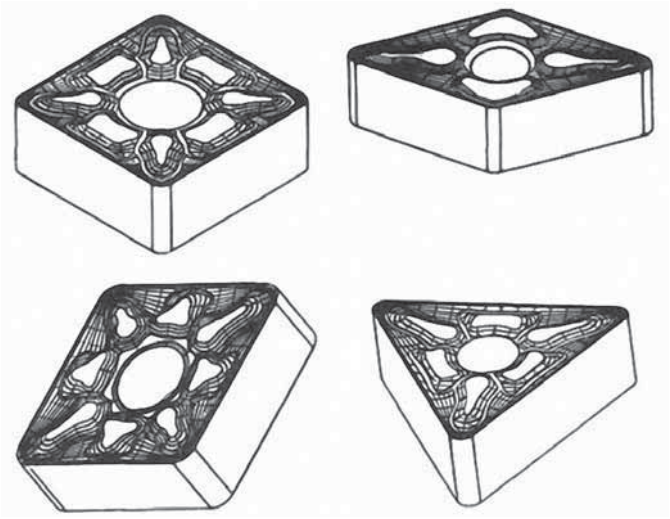


**Рис. 7 Сменные режущие пластины с геометрией TM фирмы Metallwerk Plansee**

При проектировании технологических процессов с использованием неперетачиваемых режущих пластин оптимизацию условий резания приходится осуществлять путем подбора режимов резания, соответствующих профилю выбранных пластин. Введение дополнительных ограничений на режимы резания приводит к потере производительности, что недопустимо в условиях массового или крупносерийного производства. Поэтому **наряду с универсализацией геометрии стружкоформирующих элементов СМП наблюдается и противоположная тенденция – разработка максимально эффективных СМП со специальной геометрией для сравнительно узких областей применения**. В настоящее время активно ведутся работы по созданию оптимальных конструкций режущих пластин для обработки сплавов с высоким содержанием никеля, для обработки аустенитных нержавеющих сталей и стального литья. Нашли применение в автомобилестроении односторонние СМП с волнистой режущей кромкой при обработке хромистых и никелевых сталей. В этом случае обеспечивается снижение силы резания и вероятность возникновения вибрации.

Многие фирмы начали выпуск СМП с V-образным уступом, расположенным вблизи вершины инструмента (**рис. 8**). Такая конструкция хорошо зарекомендовала себя на чистовых операциях.

В настоящее время в связи с развитием технологии инструментального производства появляются возможности изготавливать СМП практически любой степени сложности высокого качества. Усложнение конструкций СМП вызывает необходимость решения вопросов автоматизации проектирования, изготовления и выбора оптимальной геометрии инструментов. Существующие САПР СМП строятся на основе анализа экспериментальных данных и выделении из них наиболее характерных элементов, влияющих на эксплуатационные свойства СМП. На базе такого анализа решаются вопросы универсализации геометрии СМП и расширения диапазона устойчивого стружкодробления. Известные системы больше выполняют функции стандартных конструкторских САПР, облег-

**Рис. 8 СМП с V-образным уступом вблизи вершины инструмента**

чающих рутинную оформительскую работу, а также процесса изготовления электродов, используемых при производстве пуансонов пресс-форм режущих пластин.

**Анализ конструкций СМП показывает, что используемые в металлообработке режущие пластины можно разделить на две группы**:

1) с однокоординатным стружколомом,

2) с двухкоординатным одно- или многопараметрическим стружколомом.

Однокоординатным является стружколом с постоянным профилем в сечении вдоль режущей кромки. Двухкоординатный – стружколом с переменным профилем.

Однокоординатные пластины предназначены для завивания стружки в нормальной к передней поверхности инструмента плоскости относительно оси, параллельной наибольшей стороне поперечного сечения стружки. При резании такой пластиной стружка формируется в виде цилиндрической спирали с осью, параллельной главной режущей кромки пластины.

Двухкоординатные режущие пластины обеспечивают завивание стружки в плоскости передней поверхности инструмента и нормальной к ней главной секущей плоскости. Конструктивной особенностью пластин является переменная вдоль главной режущей кромки геометрия передней поверхности.

В зависимости от числа изменяющихся параметров стружколомы СРП делятся на одно, двух- и многопараметрические. У многопараметрических стружколомов вдоль режущих кромок изменяются несколько геометрических параметров. Типичным представителем двухпараметрической СРП является конструкция с оттянутым к вершине стружколомом. По виду вершины они делятся на стружколомы с острой или скругленной вершиной в плане. Многопараметрические СРП включают в себя различные сочетания выступов и впадин на передней поверхности, а также криволинейную режущую кромку. Линия пересечения поверхности такой пластины с плоскостью – профиль имеет сложную криволинейную форму, поэтому двухкоординатные многопараметрические режущие пластины можно называть сложнопрофильными.

**Обобщая результаты анализа современных конструкций СМП отечественного и зарубежного производства можно сделать следующие выводы.** Традиционная геометрия рабочей части режущих инструментов претерпевает существенные изменения. Геометрия пластин усложняется. Наряду с положительными свойствами пластин наличие стружкозавивающих элементов приводит к ограничению технологических возможностей инструмента и снижению универсальности. Данная проблема ярко проявляется при необходимости использования одного инструмента в условиях значительных изменений глубины резания, подачи и диаметра заготовки. Предлагаемые рекомендации по созданию и использованию пластин со сложной формой передней поверхности преимущественно базируются на использовании производственного опыта и экспериментальных исследований.

**К сожалению, в последние годы российские производители утратили ведущую роль на отечественном рынке твердосплавного инструмента**. Конструкции отечественных режущих пластин устарели. Основным нормативным документом для сменных многогранных пластин является ГОСТ 19042-80 «Пластины сменные многогранные. Классификация. Система обозначения. Формы». Данный стандарт не предусматривает классификацию СРП по форме передней поверхности, а лишь оговаривает наличие или отсутствие стружколомающих элементов, выполненных за одно целое с пластиной, либо в виде одного из трех накладных стружколомов: трехгранной, четырехгранной или круглой формы. Области применяемости пластин с криволинейной передней поверхностью не регламентируются. Назначение условий эксплуатации СРП осуществляют в зависимости от марки твердых сплавов согласно ТУ 48-19-308-80. Очевидно, что действующая нормативно-техническая документация не отражает реальную картину и потребности современного производства.

**С.В. Михайлов, В.А. Садов**
**Костромской государственный технологический университет.**
**E-mail: tm@kstu.edu.ru**

| | | |
|---|---|---|
| **Москва** | (495) 351-10-76 | akuz@europromtech.ru |
| **Екатеринбург** | (343) 216-34-23 | ekb@nord-ru.com |
| **Иркутск** | (3952) 612-669 | irk@nord-ru.com |
| **Воронеж** | (4732) 695-941, 8-920-422 70 96 | voronezh@nord-ru.com |
| **Новосибирск** | (383) 249-10-82, 8-913-915 62 09 | novosibirsk@nord-ru.com |
| **Казань** | (843) 233-06-35, 8-905-316 32 60 | kazan@nord-ru.com |
| **Минск** | 8-10-375-17-2907486 | belarus@nord-ru.com |
| **Алматы** | (727) 394-78-97, 394-72-72, 8-701-712 76 32 | erken0480@mail.ru |

**191167, Россия, Санкт-Петербург,**
**ул. А. Невского, 9**
**тел./факс: (812) 327-01-92,**
**(812) 331-82-95**
**info@nord-ru.com**
**www.nord.com**
**www.nordprivody.ru**

14-16 декабря

Промышленно-техническая выставка

Металлургия и литейное дело
Обработка металлов
Машиностроение

ТЕХНО форум

Волгоградский Выставочный Центр “Регион”
400007, Волгоград, а/я 3400
тел/факс: (8442) 23-28-99, 26-61-70, 24-26-02, 26-51-86
e-mail: vzregion@yandex.ru,vzr-tehno@yandex.ru
www.vzr.ru

ВВЦ РЕГИОН

Волгоград 2010
Дворец спорта профсоюзов

22-25 марта 2011

Новосибирск Россия

ITE СИБИРСКАЯ ЯРМАРКА
ITE SIBERIAN FAIR

МАШИНОСТРОЕНИЕ
МЕТАЛЛООБРАБОТКА
СВАРКА. МЕТАЛЛУРГИЯ

Выставка металлоизделий, техники, оборудования, станков, инструментов и технологий для обработки металла. Сварка, сварочное оборудование, материалы

ITE

ITE СИБИРСКАЯ ЯРМАРКА. Россия, 630049, Новосибирск, Красный пр-т, 220/10
Тел.(383) 363-00-63, 363-00-36. Тел./факс: (383) 220-83-30
http://www.sibmetalexpo.ru, e-mail: nelia@sibfair.ru

# Taipei International Machine Tool Show
# 台北國際工具機展覽會

# TIMTOS

## Perfecting Every Business

- CNC Machine Tools
- Metal Cutting Machine Tools
- Foundry, Forging, Welding & Cutting Equipment
- Tools & Cutters
- Inspection, Measurement Equipment
- Machine Tool Accessories
- Machine Tool Parts
- Metal Forming Machinery
- Tube & Wire Processing
- Industrial Robots
- Other Related Items

# March 1-6, 2011

## www.timtos.com.tw


*Organizers :*

**Taiwan External Trade Development Council (TAITRA)**
5 Hsin-yi Rd., Sec. 5, Taipei 11011, Taiwan
Tel: 886-2-2725-5200 Fax: 886-2-2725-1959
timtos@taitra.org.tw
www.taiwantrade.com.tw
www.taitra.org.tw

TAMI

**TAIWAN ASSOCIATION OF MACHINERY INDUSTRY**
110 Hwai-ning Street, Taipei 10046, Taiwan
Tel: 886-2349-4666 Fax: 886-2-2381-3711
timtos2011@tami.org.tw
www.tami.org.tw

*Venue :*

**Taipei World Trade Center**
**Exhibition Halls 1, 2, 3**
**Nangang Exhibition Hall**

Генеральный информационный партнер:
специализированный журнал «Металлоснабжение и сбыт»

# Через сотрудничество к успеху!

**9-12 ноября 2010 г.** Россия, Москва, ВВЦ, пав. 75

16-я Международная промышленная выставка

# Металл-Экспо'2010

Совместно с II международной выставкой металлопродукции и металлоконструкций для строительной отрасли «МеталлСтройФорум'2010»

Оргкомитет выставки: тел./факс +7 (495) 734-99-66 **www.metal-expo.ru**

www.photonics-expo.ru
ФОТОНИКА
18–21 апреля 2011
МИР ЛАЗЕРОВ И ОПТИКИ
6-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА ЛАЗЕРНОЙ, ОПТИЧЕСКОЙ И ОПТОЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ
ufi Approved Event
Россия, Москва, ЦВК «Экспоцентр», павильон № 3
Организаторы:
При поддержке: Министерства промышленности и торговли РФ
При сотрудничестве:
LASER World of PHOTONICS
Под патронатом:
ЭКСПОЦЕНТР
МЕЖДУНАРОДНЫЕ ВЫСТАВКИ И КОНГРЕССЫ
МОСКВА
ЛАЗЕРНАЯ АССОЦИАЦИЯ
Messe München International
IMAG
fairs around the world

19-21 ОКТЯБРЯ 2010
Россия, Екатеринбург, выставочный комплекс, ул. Громова, 145
Научно-промышленный форум
“ТЕХНИЧЕСКОЕ ПЕРЕВООРУЖЕНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ РОССИИ. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ЛАЗЕРНЫЕ, ОПТИЧЕСКИЕ И НАНОТЕХНОЛОГИИ”
5-я специализированная выставка
“СТАНКОСТРОЕНИЕ. ЛАЗЕРНЫЕ, ОПТИЧЕСКИЕ И НАНОТЕХНОЛОГИИ-2010”
Организаторы Форума:
Объединение УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ВЫСТАВКИ
При поддержке:
Приглашаем к участию в Форуме и выставке!
Тел./факс: (343) 355-01-42, e-mail: mail@unexpo.ru, www.unexpo.ru

IX МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ – 2010
МЕЖДУНАРОДНЫЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ
23 - 26 НОЯБРЯ 2010 г.

МЕТАЛЛООБРАБОТКА | УКРМАШ ТЕХ | УКРВТОР ТЕХ | УКРПЛАСТ ТЕХ | ГИДРАВЛИКА ПНЕВМАТИКА | ПОДШИПНИКИ | УКРПРОМ АВТОМАТИЗАЦИЯ | УКРСВАРКА | ОБРАЗЦЫ, СТАНДАРТЫ, ЭТАЛОНЫ, ПРИБОРЫ | ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ СКЛАДСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ | БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА | СУБКОНТРАКТЫ

Генеральные информационные партнеры:
Технический партнер: RenTVmedia

ufi Approved Event

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
Украина, Киев, Броварской пр-т, 15
Ⓜ "Левобережная"

ОРГАНИЗАТОРЫ:
Министерство промышленной политики Украины
ООО "Международный выставочный центр"
Украинская Национальная Компания "Укрстанкоинструмент"

IEC

ООО "Международный выставочный центр"
Украина, 02660, Киев, Броварской пр-т, 15
☎ (044) 201-11-65, 201-11-56, 201-11-58
e-mail: lilia@iec-expo.com.ua
www.iec-expo.com.ua, www.tech-expo.com.ua

Информационная поддержка:

II Международная специализированная выставка
Оборудование и технологии для обработки листового металла
15 – 17 марта 2011
Санкт-Петербург, Ленэкспо

BLECH Russia 2011

ЕДИНСТВЕННАЯ В РОССИИ ВЫСТАВКА ПО ОБРАБОТКЕ ЛИСТОВОГО МЕТАЛЛА

Совместно с ПЕТЕРБУРГСКОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЯРМАРКОЙ

РЕСТЭК·БРУКС

Телефон: (812) 635-95-06 E-mail: blechrussia@restec.ru
Internet: www.restec.ru/blechrussia, www.blechrussia.com

МЕЖДУНАРОДНЫЙ
# ВОЕННО-МОРСКОЙ САЛОН

INTERNATIONAL
# MARITIME DEFENCE SHOW

IMDS

# IMDS 2011

## 29 июня- 3 июля
## РОССИЯ
## Санкт-Петербург

Территория успешного бизнеса!

**Организатор:**

МИНПРОМТОРГ РОССИИ

**При участии:**

Министерство обороны РФ

Федеральная служба по военно-техническому сотрудничеству

Министерство иностранных дел

Правительство Санкт-Петербурга

ФГУП «Рособоронэкспорт»

**Кораблестроение и судостроение**
**Вооружение, системы управления, связи, гидроакустика**
**Энергетические установки, системы и устройства**
**Морская авиация**
**Навигация, гидрография, гидрометеорология, обеспечение и оборудование**
**Вооружение береговых частей ВМФ**
**Суда, катера, яхты для вспомогательных и коммерческих целей**
**Инфраструктура обеспечения флота**
**Портовое и гидротехническое строительство**
**Обеспечение безопасности мореплавания**
**Морское обеспечение энергетической безопасности**
**Поисково-спасательное обеспечение**
**Система подготовки кадров**
**Промышленное оборудование судостроительного производства**
**Новые материалы и технологии**
**Финансирование, страхование, консалтинг**
**Печатные и электронные СМИ.**
**История флота**

**Пятый Международный военно-морской Сало**

**ЭКСПОЗИЦИОННО-ВЫСТАВОЧНЫЙ РАЗДЕ**

**ДЕМОНСТРАЦИЯ ВООРУЖЕНИЯ И ТЕХНИК**

**КОНГРЕССНО-ДЕЛОВОЙ РАЗДЕ**

**VIP - ПЕРЕГОВОРЫ**

**ПОСЕЩЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИ**

**УСТРОИТЕЛЬ**

IMDS

ЗАО «Морской Салон»

ЗАО «Морской Салон
Россия, 191119, Санкт-Петербург, ул. Марата, дом 80 литер Б, а/я 20
Тел.: (812)764-66-33, 764-99-25, 764-68-10, 764-95-1
Факс: (812)764-56-4

15-17 марта 2011

VI ЕВРО-АЗИАТСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ
ГОРНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

место проведения:
ЦМТЕ
г. Екатеринбург,
ул. Куйбышева, 44

Металлообработка.
Инструмент.
Компрессорная техника.
Приводы.
Подшипники.
Подъемно-транспортное оборудование
МеталлИндустрия.
Трубы.

УРАЛЬСКИЕ ВЫСТАВКИ
EUROPE-ASIA
URAL EXHIBITIONS

(343) 310-03-30
www.uv66.ru

NDT
www.ndt-russia.ru

ВСЕ ПОД КОНТРОЛЕМ! 10 ЛЕТ

Техногенная диагностика • Экологическая диагностика
Лабораторный контроль • Антитеррористическая диагностика

10-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА И КОНФЕРЕНЦИЯ

'11 НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

22-24 МАРТА
МОСКВА
СК ОЛИМПИЙСКИЙ

ufi Approved Event

Организаторы: primexpo ITE GROUP PLC ufi

При содействии:

+7 (812) 380 6002/00, ndt@primexpo.ru, www.ndt-russia.ru

МАШИНЫ ТЕПЛОВОЙ РЕЗКИ
MESSER
Cutting & Welding
since 1898
OmniMat®
MultiTherm
MESSER
ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО ФИРМЫ
тел.: (495) 564-8680
факс: (495) 564-8682
e-mail: messer@co.ru
http://messer.ru
Part of the Messer World
зап. части
сервис
разметка
маркировка
резка фасок
автоген
лазер
плазма
технология
машины

Bystronic

# Best choice.

# Надежные инвестиции – теперь и в формате XXL

ByJet Classic L: доступный, надежный и высокоточный гидроабразивный раскройный комплекс для максимального спектра применений

**Лазер | Гибка | Гидроабразив**
**bystronic.com**