

# РИТМ

МАШИНОСТРОЕНИЯ

'7  
2016

О СВАРОЧНОЙ  
ОТРАСЛИ ПОДРОБНО



НелидовПрессМаш –

БЕСКОНЕЧНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ  
ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

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

группа компаний  
**ЛАЗЕРЫ И АППАРАТУРА**



**МЛП1**

микрообработка  
(сверление, скрайбирование,  
термораскальвание)



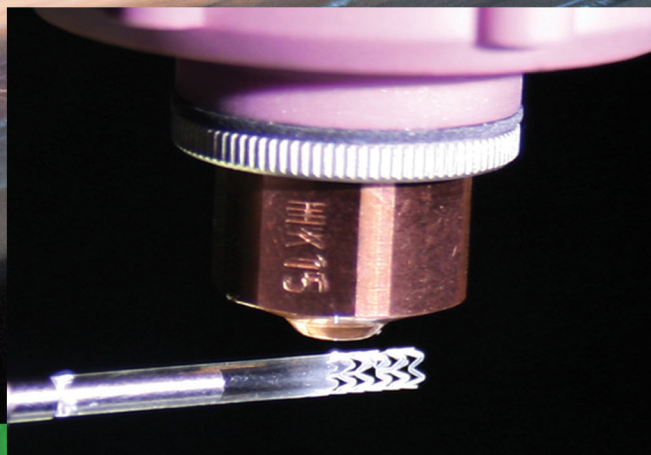
**МЛП2**

маркировка



**МЛ3**

резка  
и раскрой



**МЛ4**

сварка



**МЛ5**

подгонка



**МЛ6**

аддитивные  
технологии  
(послойный  
лазерный синтез)

РАЗРАБОТАНО И  
ПРОИЗВЕДЕНО  
В РОССИИ

СЕРИЙНОЕ  
ПРОИЗВОДСТВО  
ОБОРУДОВАНИЯ

РАЗРАБОТКА  
ТЕХНОЛОГИЙ

СЕРВИС



**VARNSDORF**  
**TOS**

**НАШИ СТАНКИ  
БОЛЕЕ СТА ЛЕТ  
ФОРМИРУЮТ  
МИР ВОКРУГ ВАС**

## **TOS VARNSDORF a.s. ПРЕДЛАГАЕТ ШИРОКУЮ ГАММУ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ**

### **ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ РАСТОЧНО-ФРЕЗЕРНЫЕ СТАНКИ С ЧПУ**

- WH 10 CNC - диаметр шпинделя 100 мм
- WH(Q) 105 CNC - диаметр шпинделя 105 мм
- WHN 110/130 (Q, MC) - диаметр шпинделя 110, 130 мм
- WHN(Q) 13/15 CNC - диаметр шпинделя 130, 150 мм
- WHR/WRD 13 (Q) - диаметр шпинделя 130 мм
- WRD 130/150/170 (Q) - диаметр шпинделя 130, 150, 170 мм

### **УНИВЕРСАЛЬНЫЕ КОНСОЛЬНО-ФРЕЗЕРНЫЕ СТАНКИ РУЧНЫЕ И С УЦИ**

- FGU 32 - стол 360 x 1400 мм
- FGV 32 - стол 360 x 1400 мм
- FNG 32 - стол 400 x 800 мм

### **КОНСОЛЬНО-ФРЕЗЕРНЫЕ СТАНКИ С ЧПУ**

- FV 32 CNC - стол 305 x 1 300 мм
- FNG 40 CNC - стол 400 x 800 мм

**WHR 13 (Q)**



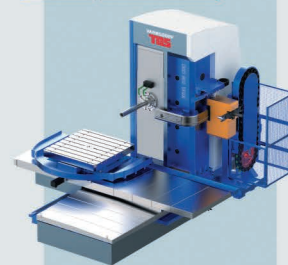
**WHN(Q) 13/15 CNC**



**WHN 110/130 (Q, MC)**



**WHQ 105 CNC**



**WHtec 130**



**TOStec PRIMA**



**WRD 130/150 (Q)**



**WRD 170 (Q)**



**TOS VARNSDORF, AO, Ржични 1774, 407 47 Варнсдорф, Чешская Республика**  
**Tel. / Тел.: +420 412 351 224, Fax / Факс: +420 412 351 264, E-mail: vsochal@tosvarnsdorf.cz,**  
**[www.tosvarnsdorf.com](http://www.tosvarnsdorf.com)**

# ТОКАРНЫЕ ОБРАБАТЫВАЮЩИЕ ЦЕНТРЫ С НАПРАВЛЯЮЩИМИ КАЧЕНИЯМИ СЕРИИ 1ТНК



Цена включает в себя доставку (по ЦФО) и пуско-наладочные работы. Вся информация носит справочный характер и не является публичной офертой (ст. 437 ГК РФ).

**1ТНК-5605** 4 490 000 руб. с НДС 18%

**1ТНК-5607** 4 640 000 руб. с НДС 18%

Направляющие качения обеспечивают высокие скорости перемещения и высокую точность позиционирования исполнительных органов станка. Цельнолитое основание из модифицированного чугуна (механит) обеспечивает основу для высокоточной обработки, равномерно распределяя и отводя вибрацию.

ПАРАМЕТРЫ		1ТНК-5605	1ТНК-5605+С	1ТНК-5607	1ТНК-5607+С
Макс. устанавливаемый Ø над станиной	мм	560	560	560	560
Макс. устанавливаемый Ø над суппортом	мм	420	420	420	420
Максимальный диаметр точения	мм	320	300	320	300
Расстояние между центрами / длина точения	мм	537 / 320	537 / 320	787 / 570	787 / 570
Перемещение по осям X/Z	мм	190/360	190/360	190/610	190/610
Быстрые подачи X/Z	м/мин	30 / 30	30 / 30	30 / 30	30 / 30
Мощность приводов FANUC по осям X/Z	кВт	Ø12 1,8	Ø8 1,6	Ø12 1,8	Ø8 1,6
Мощность приводов Siemens по осям X/Z	кВт	2,29	2,29	2,29	2,29
Частота вращения шпинделя	об/мин	50 – 4 500	50 – 4 500	50 – 4 500	50 – 4 500
Мощность привода шпинделя FANUC	кВт	Ø12 11/15	Ø8 7,5/11	Ø12 11/15	Ø8 7,5/11
Мощность привода шпинделя Siemens	кВт	12	12	12	12
Торец шпинделя	-	A2-6	A2-6	A2-6	A2-6
Количество инструмента	шт.	10	12	10	12
Частота вращения фрезерного шпинделя	об/мин	-	50 - 5 000	-	50 - 5 000
Мощность привода осевого инструм. FANUC	кВт	-	Ø2 2,2/3,7	-	Ø2 2,2/3,7
Мощность привода осевого инструм. Siemens	кВт	-	2,8	-	2,8
Задняя бабка	-	Автоматическая	Автоматическая	Автоматическая	Автоматическая
Позиционирование / Повторяемость	мм	±0.003 / ±0.002	±0.003 / ±0.002	±0.003 / ±0.002	±0.003 / ±0.002
Габариты станка	мм	2330x1760x1800	2330x1760x1800	2620x1790x1800	2620x1790x1800
Масса (с конвейером)	кг	3380	3380	3660	3660

## СТАНДАРТНАЯ КОМПЛЕКТАЦИЯ:



- УЧПУ FANUC Oi-TF с 8.4" цветной дисплей + manual guide Oi или УЧПУ SINUMERIK 828D Basic + цветной дисплей 8.4" + кондиционер электрошкафа
- инстр. револьвер на 10 инструментов (LIO SHING 12 инстр. VDI30 для + С)
- кабинетная защита зоны резания
- конвейер для стружки с бункером для сбора стружки
- 3-х кулачковый гидравлический патрон, комплект сырых и каленых кулачков
- педаль для зажима/разжима патрона
- система подачи СОЖ
- автоматическая система смазки
- автоматическая задняя бабка
- держатели инструмента
- 3-цветная сигнальная лампа
- трансформатор
- СЕ исполнение
- уровневые болты и подкладки
- инструментальный ящик

## УКАЖИТЕ ПРОМО-КОД «РИТМ»

Получите комплект режущего инструмента бесплатно при заказе станка



СТАНКИ НА СКЛАДЕ (г. Тула)



ООО «НПП Станкостроительный завод Туламаш»  
e-mail: info@cnc-tulamash.ru  
www.cnc-tulamash.ru  
8-800-700-87-09  
звонок бесплатный





СТАНКИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ  
ДАВЛЕНИЕМ И РЕЗАНИЕМ, РОБОТЫ,  
СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ,  
ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

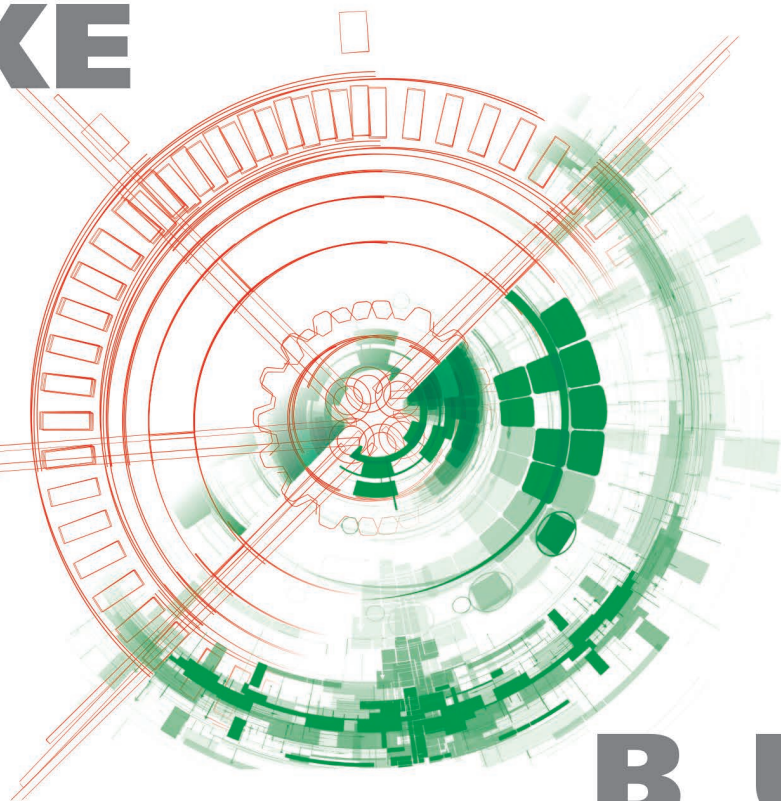
**fieramilano**  
4 - 8 /10/2016

**MAKE**

sfortec.it



bimu.it



**BUY**

**fieramilano**  
6 - 8 /10/2016

СУБПОСТАВКИ ТЕХНИЧЕСКИХ  
ИЗДЕЛИЙ И УСЛУГ ДЛЯ  
ПРОИЗВОДСТВА



В **ОКТАБРЕ** в Fieramilano Rho  
самая широкая гамма продукции представлена на двух параллельных  
экспозициях: **СДЕЛАТЬ** на БИ-МУ для тех, кто проектирует и производит,  
и **КУПИТЬ** на СФОРТЕК ИНДАСТРИ для тех, кто ищет субпоставщиков  
технических изделий и услуг для своего бизнеса.

при поддержке

организатор

в сотрудничестве с



Ministero dello Sviluppo Economico



**МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ:** Фьерамило, вход через Восточные,  
Западные и Южные ворота  
**СРОКИ ПРОВЕДЕНИЯ:** БИ-МУ с 4 (вторник) по 8 (суббота) октября 2016  
СФОРТЕК ИНДАСТРИ с 6 (четверг) по 8 (суббота) октября 2016  
**ЧАСЫ РАБОТЫ:** с 9.30 до 18.00  
**ВХОД:** постоянный пропуск 12,00 €; бесплатно по предварительной  
регистрации

**КАТАЛОГ 30.БИ-МУ / СФОРТЕК ИНДАСТРИ:**  
20,00 €, распространяется во время выставки

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ:**  
тел. +39 02 26 255/227 • Факс +39 02 26 255 890  
bimu.info@ucimu.it • sfortec.info@ucimu.it

# СОДЕРЖАНИЕ



**5**  
Шлифование валов на высочайшем уровне / Grinding of shafts at the highest level

**13**  
Технологии для измерения и контроля. Открытие в России представительства известного бренда / Technologies for measuring and monitoring. The opening of famous brand office in Russia

**16**  
**СВАРКА СЕГОДНЯ /**  
**WELDING TODAY**

**24**  
Противостояние предложения и спроса / The confrontation of supply and demand

**28**  
Инновационные газовые решения / Innovative gas solutions

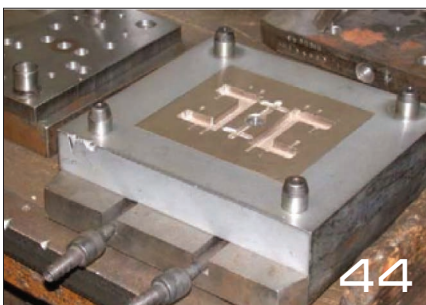
**31**  
Новейшие мультипроцессные сварочные аппараты / Latest multiprocess welding machines

**34**  
Сварка волоконными лазерами / Welding by fiber lasers

**44**  
Электронно-лучевые технологии / Electron beam technology

**48**  
Особенности автоматической плазменной резки / Features automatic plasma cutting

**52**  
Плазменный раскрой толстых заготовок / Plasma cutting of thick workpieces



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

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

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

# ШЛИФОВАНИЕ ВАЛОВ НА ВЫСОЧАЙШЕМ УРОВНЕ

JUNKER  
GROUP

## КРУГЛОЕ ШЛИФОВАНИЕ

Универсальность, безотказность, долговечность – круглошлифовальные станки серии Numerika выполняют любые требования, предъявляемые в серийном производстве самых разнообразных деталей. Превосходные результаты шлифования обеспечиваются крутильно-жесткой станиной, гидростатическими направляющими, а также шлифовальными шпинделями, установленными на подшипниках качения или на гидростатических опорах.



Филиал акционерного общества  
«Эрвин Юнкер Гриндинг  
Текнолоджи а.с.»  
Проспект Толбухина, д. 17/65  
150000 г. Ярославль  
Российская Федерация  
  
+7 (4852) 20 61 21  
info@junkер-russia.ru

ZEMA Zselics Ltda.  
Estrada do Capivari 741  
Сер 09835-450  
S.B. do Campo, São Paulo  
Brazil  
  
+55 11 4397 6000  
zema@zema.com.br

[www.zema.com.br](http://www.zema.com.br)

### СЕРВИС JUNKER ПРЕМИУМ КЛАССА:

- Гарантированные сервисные услуги
- Быстро и компетентно
- 24 часа в сутки, 7 дней в неделю
- Сервисная сеть по всему миру

**Zema** ■  
Grinding Machines

## ЛУЧШИЕ РЕШЕНИЯ

«Эр Ликид» — одна из крупнейших мировых компаний в области производства технических газов — обновила свою брендовую линейку профессиональных сварочных смесей ARCAL.



Предложение ARCAL™ включает в себя 4 готовых продукта на основе аргона, удовлетворяющих 100% ежедневных потребностей в защитных газах для дуговой сварки:

- ARCAL™ Prime — высококачественный чистый аргон 99,998% для TIG/MIG и плазменной сварки;
- ARCAL™ Force — смесь 82% аргона + 18% углекислоты для MAG-сварки толстостенных конструкций;
- ARCAL™ Chrome — смесь 98% аргона + 2% углекислоты для MAG-сварки нержавеющей стали;
- ARCAL™ Speed — смесь 92% аргона + 8% углекислоты для высокоскоростной MAG-сварки.

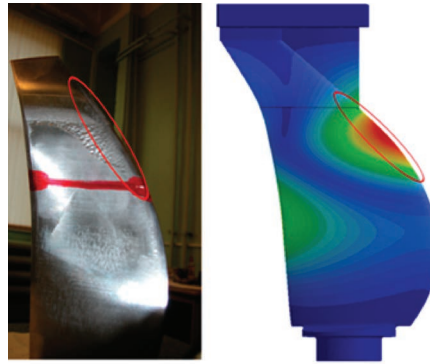
Все смеси ARCAL™ предлагаются в инновационной таре: в баллонах 50 л с давлением 200 бар, оснащенных специальным умным вентилем SMARTOPTM, а также в моноблоках из 16 объединенных баллонов. В 2015 году Эр Ликид предложил рынку уникальное решение — моноблоки с давлением 300 бар. Один такой моноблок вмещает в себя объём газа, равный объёму сорока пяти баллонов российского производства.

Смеси ARCAL™ от Эр Ликид — это всегда высокое качество продукта, высокотехнологичное оборудование, инновационная тара, доставка транспортом Эр Ликид, техническая поддержка при внедрении современных газовых решений.

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

## НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Коллектив авторов в НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского» разработал и запатентовал способ изготовления лопаток газотурбинных двигателей (ГТД) с помощью технологии высокоскоростного фрезерования на станках с ЧПУ.



Лопатки роторов ГТД относятся к разряду деталей с относительно малой толщиной. При их изготовлении высокочастотное циклическое воздействие зубьев фрезы приводит к возникновению

вибраций, нарушающих точность и качество обработки. Усовершенствовать процесс создания изделия позволяет повышение скорости резания материала заготовки более чем в 10 раз. Это достигается за счет увеличения частоты вращения фрезы, которая обрабатывает деталь. В основу изобретения положен расчет собственных частот лопаток с учетом припуска и корректировка по результатам расчета частоты вращения фрезы в программе для станка с ЧПУ.

Данный способ будет использован в ЦАГИ при изготовлении аэродинамических моделей лопаток роторов компрессора и турбин ГТД, лопастей винтов, винтовентиляторов, вентиляторов.

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

# Внимание! Новый журнал «АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»



[info@additiv-tech.ru](mailto:info@additiv-tech.ru)

тел. (499) 55-9999-8



SMOOTH TECHNOLOGY

# Производится с 1981 года Используется во всем мире



QUICK TURN 250MSY (MAZATROL SmoothG)



QUICK TURN 200MS (MAZATROL SmoothC)



Высокопроизводительный токарный центр с ЧПУ  
серии **QUICK TURN**

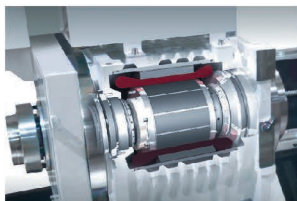
MAZATROL — 35-летний путь развития

Новейшие системы ЧПУ MAZATROL SmoothG / MAZATROL SmoothC  
в токарных центрах серии Quick Turn

Высокая скорость обработки • Непревзойденная точность • Высокая жесткость конструкции



Возможность обработки  
в стандартном шпинделе  
при тяжелых режимах резания.  
Возможность выбора установки  
высокомоментного шпинделя



Обработка на максимальных  
режимах резания возможна  
благодаря высокопроизводи-  
тельному мотор-шпинделю,  
обеспечивающему шероховатость  
и округлость обработанной  
поверхности



Возможность установки новой  
опции SMOOTH MILL DRIVE  
для приводного инструмента,  
которая позволяет получать  
более точную обработку



Установка новой системы ЧПУ  
MAZATROL SmoothG /  
MAZATROL SmoothC

ООО «Ямазак Мазак»  
117105, РФ, Москва, Варшавское ш., 1, стр. 17  
Бизнес-центр W-Plaza II, офис В208  
Единый номер в России: +7 (495) 210-89-89  
Приобретение оборудования: [sales@mazak.ru](mailto:sales@mazak.ru)  
Запчасти: [parts@mazak.ru](mailto:parts@mazak.ru)  
Техническая поддержка: [service@mazak.ru](mailto:service@mazak.ru)



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

**Mazak**  
Your Partner for Innovation

## ЛУЧШЕЕ ДЛЯ АВИАСТРОИТЕЛЕЙ

В рамках специализированной выставки «Авиакосмические технологии, современные материалы и оборудование» состоялся конкурс «Лучший продукт выставки», целью которого было выявить новейшие прогрессивные технологии, оборудование и материалы, обеспечивающие качественное улучшение параметров авиастроения и повышение конкурентоспособности продукции.

Получили дипломы:

### в номинации «Современное авиационное оборудование»

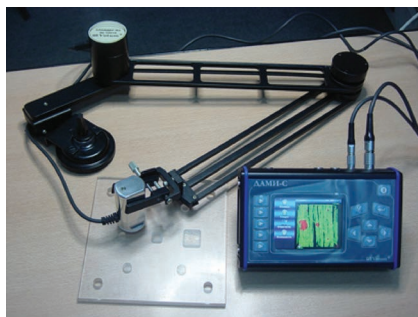
I степени — ФГБОУВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ», Казань за лазерную свечу зажигания для авиационного двигателя;

II степени — ОАО НПЦ «Электронные вычислительно-информационные системы», Москва за процессор 1892 VM14 Я;

III степени — ФГБОУВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Томск за создание малых космических аппаратов с применением методов аддитивного производства;

### в номинации «Перспективные технологии в авиастроении»

I степени — ООО НПК «Техновотум», Москва за дефектоскоп многофункциональный ДАМИ-С09 (поиск несплошностей и неоднородностей в авиационных материалах и сотовых структурах композитов);



Дефектоскоп ДАМИ-С09 (фото с [www.votum.ru](http://www.votum.ru))

II степени — ООО «Опытный завод «Авиаль», Москва за проволоку В. Св. 1570 С.Н. 1,2 БР для роботизированной сварки, полированную в вакуумной упаковке;

III степени — ФГБОУВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ», Казань за

экспериментальный образец пилотажного стенда вертолета с бесшарнирным несущим винтом нового поколения, уникальный идентификатор прикладных научных исследований RFMEFI57414X0105;

### в номинации «Современные авиационные материалы, позволяющие улучшить летно-технические характеристики летательных аппаратов»:

I степени — ФГБОУВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Томск за алюмоматричные радиационнозащитные композиционные материалы для авиакосмической техники;

II степени — ФГБОУВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань за сотовые панели из полимерных композиционных материалов;

III степени — ООО «Завод герметизирующих материалов», Дзержинск за ленту герметизирующую Абрис® А.

[www.aktokazan.ru/rus/](http://www.aktokazan.ru/rus/)

## В ЧЕСТЬ 10-ТИ ЛЕТИЯ "КЕМППИ РОССИЯ" ДАРИТ 20% СКИДКУ НА МОДЕЛИ СВАРОЧНЫХ АППАРАТОВ СЕРИИ FAST MIG M 420



С 1 СЕНТЯБРЯ ПО 31 ОКТЯБРЯ 2016 ГОДА КОМПЛЕКТЫ СВАРОЧНЫХ АППАРАТОВ СЕРИИ FAST MIG M 420 ПО ЦЕНЕ ОТ 321 000 РУБЛЕЙ\*

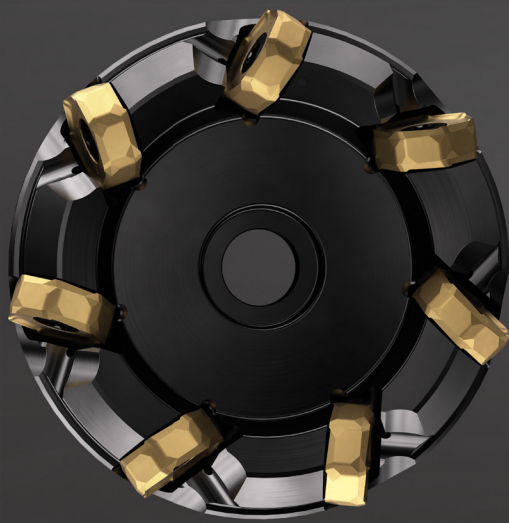


\*Подробности у официальных дилеров "КЕМППИ РОССИЯ" +7 (495) 240-84-03, [info.ru@kemppi.com](mailto:info.ru@kemppi.com), [www.kemppi.ru](http://www.kemppi.ru)

# Фрезы CoroMill от Sandvik Coromant Всегда правильный выбор



CoroMill® QD  
Первый выбор для  
обработки узких  
и глубоких канавок



CoroMill® 745  
Торцевая фреза  
для максимальной  
экономичности производства



CoroMill® 390  
Универсальное решение  
для всех видов  
фрезерования



# 26<sup>th</sup> Taipei Int'l Machine Tool Show

T  
I  
M  
T  
O  
S

***The sharpest edge  
for industry***



## Представлены

Станки с ЧПУ  
Металлорежущие станки  
Литейное, ковочное, сварочное и режущее оборудование  
Инструменты и фрезы  
Контрольно-измерительное оборудование  
Оснастка и комплектующие  
Запасные части для станков  
Прессовое оборудование @ Taipei EXPO Park  
Производство труб и проволоки  
Промышленные роботизированные системы  
Прочие смежные области



# 2017

**7-12 Марта**  
**[www.timtos.com.tw](http://www.timtos.com.tw)**

Представительства Центра Торговли Тайваня в России

Москва

Телефон: 7-495-2342988

Эл. почта: [moscow@taitra.org.tw](mailto:moscow@taitra.org.tw)

Санкт-Петербург

Телефон: 7-812-6773368

Эл. почта: [stpetersburg@taitra.org.tw](mailto:stpetersburg@taitra.org.tw)

Организаторы:



TAITRA



TAMI

Выставочные залы:



Hall 1: TWTC Exhibition Hall 1  
Hall 2: EXPO Dome @ Taipei EXPO Park  
Hall 3: TWTC Exhibition Hall 3  
Hall 4: Taipei Nangang Exhibition Center

powered by:

# formnext



International exhibition and conference  
on the next generation of manufacturing technologies

Франкфурт, Германия, 15 – 18 ноября 2016  
[formnext.com](http://formnext.com)

## Touch tomorrow!

В ноябре, во время выставки formnext powered by tct, профессионалы промышленной индустрии со всего мира встретятся во Франкфурте-на-Майне, чтобы в течение четырех дней выставки увидеть новые вдохновляющие дизайнерские решения и идеи по эффективному воплощению проектов в жизнь. Благодаря уникальному сочетанию аддитивных и стандартных технологий, выставка formnext powered by tct представляет новое поколение интеллектуальных производственных решений – от дизайна до серийного производства.

Это событие, которое нельзя пропустить!

## Where ideas take shape.

Видео о выставке 2015



Дополнительная информация:  
+49 711 61946-825  
[formnext@mesago.com](mailto:formnext@mesago.com)

Следите за нашими новостями



@formnext\_expo  
#formnext16



XING



mesago  
Messe Frankfurt Group

## ДОРОГУ МОЛОДЫМ!

Открытый корпоративный чемпионат профессионального мастерства по стандартам международной некоммерческой ассоциации WorldSkills провела на своей производственной площадке в Стерлитамаке компания «СТАН». В соревнованиях участвовали 16 молодых специалистов.

Молодые рабочие соревновались на станках с ЧПУ:

- СТЦ Ф45 (S450) — фрезерная трехкоординатная обработка;
- СТЦ 40 В (1000VBF) — многоосевая пятикоординатная обработка;
- СТТ 50/60 (200 НТ) — токарная обработка.

В компетенции «Фрезерные работы на станках с ЧПУ» золото завоевала Екатерина Сухорукова («СТАН» в Стерлитамаке); серебро взял Денис Левкин («СТАН» в Стерлитамаке); бронза досталась Сергею Ватлецову (ОАО «Первоуральский новотрубный завод»).

В компетенции «Токарные работы на станках с ЧПУ» победил Евгений Белоусов (ОАО «Первоуральский новотрубный завод»); второе место завоевал Игорь Чернов («СТАН» в Стерлитамаке), третье место занял Дмитрий Кузнецов (АО НПК «Уралвагонзавод»).

В компетенции «Сварочные технологии» победителем стал Александр Каравезер («СТАН» в Коломне); второе место занял Альберт Шаязов (ОАО «Ижнефтемаш»); бронза досталась Ришату Валиуллину («СТАН» в Стерлитамаке).

В компетенции «Работа с листовым металлом» по итогам соревнования первое место разделили между собой Андрей Кизим и Анатолий Михеев («СТАН» в Коломне и в Стерлитамаке соответственно), третье место занял Клим Власов («СТАН» в Коломне).

В презентационной компетенции «Многоосевая обработка на станках с ЧПУ» победил Рустам Полонский, второе место заняла Наиля Ишмухаметова («СТАН» в Стерлитамаке).

Победители примут участие в национальном чемпионате WorldSkills Hi-Tech в Екатеринбурге

Местом проведения мирового первенства в 2019 Генеральная ассамблея WorldSkills International выбрала Казань.

Зинаида Сацкая

## ФОРМИРОВАНИЕ ЛОЯЛЬНОСТИ БРЕНДУ

Команда Haas F1 продолжает набирать баллы в рамках дебютного сезона в Формуле-1. В 2016 году она стала первой за 30 лет возглавляемой американцами командой Формулы-1. Остается половина сезона, а команда Haas F1 уже набрала 28 баллов. В компании утверждают, что это самый высокий показатель для команды-новичка в нашем тысячелетии.

Однако пестование гоночной команды — не единственная цель ее владельца и основателя компании Haas Automation. Джин Хаас (Gene Haas) создал компанию, которая с момента основания в 1983 году смогла стать одним из крупнейших в мире производителей станков по совокупному объему произведенных единиц продукции. По всему миру установлено примерно 185 000 станков с ЧПУ, техническую поддержку которых обеспечивает сеть из 170 представительств Haas (HFOs) и около 3000 центров технического обучения Haas (HTEC). Только в Европе с начала 2016 года открыто семь новых HTEC. Развитие этой инфраструктуры является целью некоммерческого фонда Джина Хааса в рамках официальной программы корпоративной и социальной ответственности. Фонд создан в 1999 году и с тех пор пожертвовал более 22 миллионов долларов США примерно для 1000 организаций, большую часть из которых составляют школы и колледжи, благодаря чему студенты получают финансовую поддержку на обучение, учебники, спецодежду, небольшой инструмент и ознакомительные поездки на производственные объекты.

Станки Haas с ЧПУ представлены на самых видных местах как на европейской базе команды Haas F1 в Банбери, так и на американской базе команды Stewart-Haas Racing, предшественницы Haas F1. Как утверждают в компании, непрерывная работа над качеством и эффективностью сделала Haas Automation крупнейшим производителем станков с миллиардным оборотом. Эти же ценности заложены в основу команды Haas F1, которая поддерживает статус Haas Automation как мирового бренда.

Зинаида Сацкая

ПОДПИСКА НА

**РИТМ**  
МАШИНОСТРОЕНИЯ

ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ПОДПИСКА **БЕСПЛАТНАЯ!**

### АНКЕТА ПОДПИСЧИКА

Ф.И.О. \_\_\_\_\_

Предприятие \_\_\_\_\_

Должность \_\_\_\_\_

Адрес доставки с индексом \_\_\_\_\_

Тел.:   e-mail:

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

2017

# ФРЕЗЕРНЫЕ ОБРАБАТЫВАЮЩИЕ ЦЕНТРЫ С НАПРАВЛЯЮЩИМИ КАЧЕНИЯ СЕРИИ 6ТВК

**СПЕЦИАЛЬНОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ НА ОБОРУДОВАНИЕ НА СКЛАДЕ (г. Тула):**

Цена включает в себя доставку (по ЦФО) и пуско-наладочные работы. Количество оборудования по акции ограничено. Предложение действует до 31 октября 2016 года. Вся информация носит справочный характер и не является публичной офертой (ст. 437 ГК РФ)

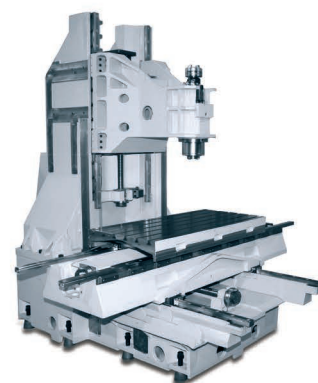
**6ТВК-70** 4 950 000 руб. с НДС 18%  
**6ТВК-85** 5 170 000 руб. с НДС 18%  
**6ТВК-110** 5 550 000 руб. с НДС 18%



ПАРАМЕТРЫ		6ТВК-70	6ТВК-85	6ТВК-110
Размер стола	мм	850x500	1000x600	1200x600
Макс. нагрузка на стол	кг	800	800	800
T – образные пазы	мм	18x100x5	18x100x6	18x100x6
Перемещение по осям X/Y/Z	мм	700x510x450	850x580x550	1100x580x550
Ускоренные перемещения X/Y/Z	м/мин	36 / 36 / 30	36 / 36 / 30	36 / 36 / 30
Диапазон рабочих подач	мм/мин	5 000-16 000	5 000-16 000	5 000-16 000
Привод по осям X/Y/Z	кВт	3,0 / 3,0 / 3,0	3,0 / 3,0 / 3,0	3,0 / 3,0 / 3,0
Конус шпинделя		BT-40	BT-40	BT-40
Частота вращения шпинделя	об/мин	8 000	8 000	8 000
Мощность главного привода	кВт	11,0/15,0	11,0/15,0	11,0/15,0
Расстояние шпиндель-стол	мм	150 - 600	150 - 700	150 - 700
Расстояние центр шпинделя-колонна	мм	430	556	585
Количество инструментов, тип	шт.	24, «рука»	24, «рука»	24, «рука»
Максимальный диаметр инструмента	мм	80 (150)	80 (150)	80 (150)
Потребляемая мощность	кВт	55,0	55,0	65,0
Масса станка	кг	6000	6300	6600

## СТАНДАРТНАЯ КОМПЛЕКТАЦИЯ:

- УЧПУ FANUC Oi-M
- ременный привод шпинделя
- магазин на 24 инструмента
- автоматическая централизованная система смазки
- телескопическая защита направляющих
- выносной импульсный генератор MPG
- 2 шнека отвода стружки из рабочей зоны
- шнековый конвейер с бункером
- система подвода СОЖ
- функция жесткого резьбонарезания
- воздушный пистолет
- пистолет СОЖ
- разъем для передачи данных RS232
- 3-цветная сигнальная лампа
- освещение рабочей зоны
- полностью закрытая зона резания
- теплообменник электрошкафа
- трансформатор 15,0 кВт
- протокол точности
- гарантия Fanuc — 2 года
- гарантия на механические части — 1 год
- набор уровневых болтов и подкладок
- инструкция по эксплуатации и обслуживанию
- набор инструмента для обслуживания станка



**УКАЖИТЕ ПРОМО КОД «РИТМ»**

Получите комплект режущего инструмента **БЕСПЛАТНО** при заказе станка



ООО «НПП Станкостроительный завод Туламаш»  
 e-mail: [info@cnc-tulamash.ru](mailto:info@cnc-tulamash.ru)  
[www.cnc-tulamash.ru](http://www.cnc-tulamash.ru)  
 8-800-700-87-09  
 звонок бесплатный



НПП Станкостроительный завод  
**ТУЛАМАШ**



ООО «ПромТехСервис»

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

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

Адрес: г.Москва, ул.Зорге, 31

Контактные телефоны:

495 6680701, 495 6680702, Факс 495 363 07 97

8 9152070661, 8 9160445624

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

[www.promtechservic.com](http://www.promtechservic.com)



## «Блум-Новотест ГмбХ» ОТКРЫВАЕТ СВОЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО В РОССИИ

Компания «Блум-Новотест ГмбХ» является признанным лидером в сфере инновационных высококачественных технологий измерения и контроля. Пройдя успешную аккредитацию, в мае 2016 года компания открыла свое представительство в Нижнем Новгороде.



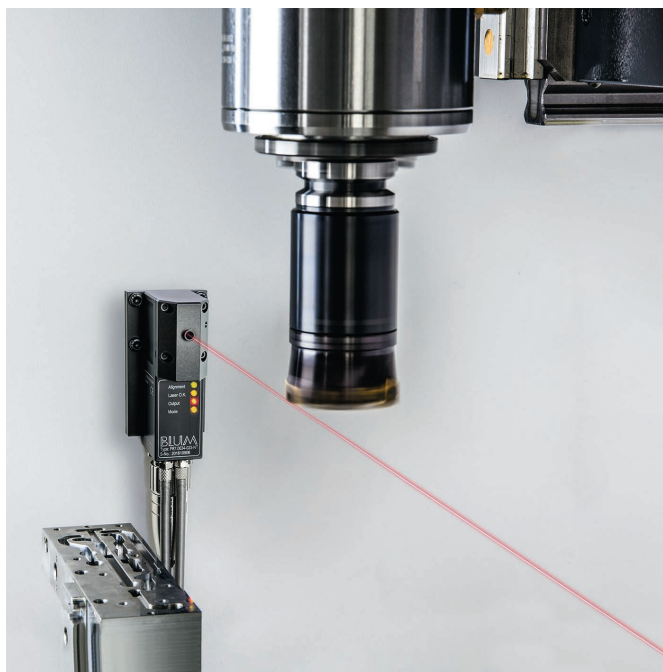
Директор представительства «Блум-Новотест ГмбХ» в Нижнем Новгороде

Директором нижегородского представительства «Блум-Новотест ГмбХ» назначен Вадим Новак.

Вадим владеет несколькими иностранными языками и, соответственно, обладает ключевыми преимуществами для ведения переговоров, а также налаживания и поддержания новых контактов на российском рынке технологий.

«Выполняя функции руководителя представительства компании, Вадим будет осуществлять консультационную поддержку дилеров, фирм и клиентов по техническим вопросам эксплуатации измерительных устройств.

Открыв новое представительство, компания следует своей философии максимальной близости к клиенту



Компания «Блум-Новотест ГмбХ» является заводом-изготовителем высокоточных измерительных лазерных систем и датчиков касания

Компания «Блум-Новотест ГмбХ», созданная в 1968 году и имеющая штаб-квартиру в Равенсбурге, является одним из ведущих мировых производителей высококачественных технологий измерения и контроля для металлорежущих станков, авиакосмической промышленности и производства автоматизированной техники по всему миру. Сегодня штат семейного концерна насчитывает в общей сложности свыше 400 человек в Европе, США, Китае, Японии, Тайвани, Сингапуре, Корее, Индии, Бразилии, России, Таиланде и Швеции. Вместе с квалифицированными специалистами по системной интеграции и региональными офисами продаж данная торгово-сервисная сеть обеспечивает комплексную техническую поддержку в вопросах эксплуатации продукции Blum по всему миру.

[www.blum-novotest.com](http://www.blum-novotest.com)

и обеспечения необходимой поддержки в поисках оптимального решения сложных специфических задач, что, в свою очередь, является залогом увеличения производительности», поясняет Александр Блум, управляющий директор компании «Блум-Новотест ГмбХ».

Новое представительство оказывает локальную поддержку производителю в вопросах поставки измерительной техники.

Бизнес-направление «Измерительные компоненты» занимается разработкой и изготовлением высококачественной измерительной техники для металлорежущих станков. Спектр производимой продукции включает в себя бесконтактные лазерные системы и измерительные головки тактильного действия для контроля и настройки параметров инструмента, а также датчики касания для обмера обрабатываемой детали и инструмента. Прекрасным дополнением является усовершенствованное программное обеспечение для комплексного контроля продукции при первоначальной установке.

Представительство «Блум-Новотест ГмбХ»  
в Нижнем Новгороде  
Тел. +7987 393 58 21  
[vadim.nowak@blum-novotest.com](mailto:vadim.nowak@blum-novotest.com)  
[www.blum-novotest.com](http://www.blum-novotest.com)

г. Нижний Новгород, Советский район  
ул. Нартова, 6, корп. 6

**BLUM**  
focus on productivity



# Прецизионность.

Самолет считается надежным транспортным средством. В том числе благодаря станкам Hermle.



Обработка центры Hermle - это чемпионы в микронной точности с длительным сроком службы. Выполняют пятиосевую обработку заготовок весом до 2500 кг причем с точностью в несколько микрон. Для получения идеальных результатов.

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

Машиненфабрик Бертольд Хермле АГ, Госхайм телефон: +49 7426/95-0 info@hermle.de



# АРТА®

ЭЛЕКТРОИСКРОВЫЕ СТАНКИ И ТЕХНОЛОГИИ



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

СДЕЛАНО В РОССИИ

**НАУЧНО-ПРОМЫШЛЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ «ДЕЛЬТА-ТЕСТ»**

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

## Надёжность и доступность во всем мире

ТНК предлагает уникальные технологии и высочайшее качество для точного и плавного перемещения



Линейные направляющие



Шарико-винтовые передачи



Линейные актуаторы



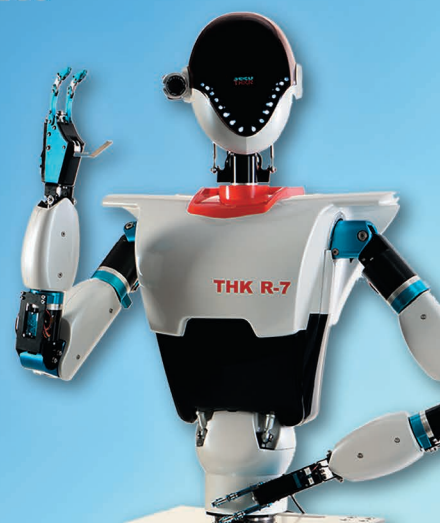
Шлицевые валы



Подшипники с перекрестными роликами

**InnoTrans**  
 September 20 - 23, 2016  
 Messe Berlin, Germany  
 Hall 1.1 • Stand 428

**Motek**  
 October 10 - 13, 2016  
 Neue Messe Stuttgart  
 Germany  
 Hall 5 • Stand 5025



### Представительство ТНК в России и СНГ

119049, Россия, Москва, Крымский вал 3/2, тел. +7-495-649-80-47, [info.mow@thk.eu](mailto:info.mow@thk.eu)

**Европа**

ТНК GmbH  
 ☎ +49-2102-7425-555  
[www.thk.com](http://www.thk.com)

**Япония**

ТНК Co., Ltd.  
 ☎ +81-3-5434-0351  
[www.thk.com/jp](http://www.thk.com/jp)

**Китай**

ТНК (Shanghai) Co., Ltd.  
 ☎ +86-21-6219-3000  
[www.thk.com/cn](http://www.thk.com/cn)

**Индия**

ТНК India Pvt. Ltd.  
 ☎ +91-80-2340-9934  
[www.thk.com/in](http://www.thk.com/in)

**Сингапур**

ТНК LM System Pte. Ltd.  
 ☎ +65-6884-5500  
[www.thk.com/sg](http://www.thk.com/sg)

**Америка**

ТНК America, Inc.  
 ☎ +1-847-310-1111  
[www.thk.com/us](http://www.thk.com/us)

**ТНК**  
 The Mark of Linear Motion

ПРАКТИЧЕСКИ НЕТ ОТРАСЛИ, ГДЕ НЕ ТРЕБОВАЛОСЬ БЫ СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ. СЕГОДНЯ МЫ ПРЕДЛАГАЕМ ЧИТАТЕЛЮ МНОГОАСПЕКТНЫЙ ОБЗОР СВАРОЧНОГО РЫНКА, РАССМОТРЕННОГО КАК ПО КРИТЕРИЯМ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ, ТАК И ПО КРИТЕРИЯМ СПРОСА И ПРЕДЛОЖЕНИЯ.

## СВАРКА СЕГОДНЯ

КАК РАБОТАЕТ И ЧЕМ ЖИВЕТ РЫНОК СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЙ В РОССИИ.

Сварка является надежным и технологичным, а зачастую единственно возможным и наиболее эффективным способом создания неразъемных соединений конструкционных материалов, что обуславливает развитие сварочного оборудования, материалов и технологий.

Основным материалом, применяемым в различных отраслях промышленности и строительстве, по-прежнему остается сталь, несмотря на внедрение легких сплавов, полимерных материалов и композитов. И около 2/3 производимого стального проката в России идет на изготовление сварных конструкций. Положительная тенденция роста мирового производства стали, несмотря на некоторое замедление темпов в последние годы, определяет рост объема сварочного производства и производства сварочной техники, а также объемов научных исследований и разработок по созданию нового и совершенствованию существующего оборудования и технологий. В начале XXI в. объем сварочного производства оценивался примерно в 40 млрд долл., из которых около 70% приходится на сварочные материалы и около 30% — на оборудование. Сварочные процессы по широте применения и валовому объему конечного продукта занимают половину (!) всех производственных работ. Трудно назвать отрасль народного хозяйства, где бы не применялась сварка.

Сварка в будущем по-прежнему останется наиболее востребованным процессом в промышленности и строительстве с высокой производительностью на основе применения автоматизации, роботизации, компьютерной техники и процессов моделирования. Рассмотрим тенденции и пути развития сварки, и сварочного производства на ближайший период времени.

### ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

На мировых и европейских сварочных рынках наблюдается увеличение доли материалов и оборудования для механизированных способов сварки и сокращение доли ручной сварки. Таким образом, в мировом сварочном производстве лидирующие позиции будут занимать полуавтоматические и автоматические виды дуговой сварки в основном за счет сокращения доли ручной сварки. При этом происходит снижение потребления покрытых электродов для дуговой сварки, (в перспективе их количество уменьшится на 15–20%). Однако позиции ручной дуговой сварки на монтаже и в ремонтных работах сохраняются даже при возрастающем потреблении автоматических кареток (рис. 1) и тележек. Технологическое оборудование для ручной сварки развивается и совершенствуется в основном за счет применения тиристорных инверторов.

В связи с увеличением объемов механизированных и автоматизированных способов сварки возрастает необходимость в создании новых сварочных аппаратов, прежде всего с уменьшенными массой и габаритами, которые расширят возможности их практического применения. Ожидается использование новых механизмов, основанных на иных принципах, чем те, которые применялись ранее, например использование преобразователей с увеличенным количеством фаз электрического тока, повышенными КПД и коэффициентом мощности, полностью управляемые дистанционно с синергетическим оборудованием и регулированием технологического процесса с помощью компьютера. Развитие робототехники будет способствовать дальнейшей автоматизации процессов соединения. Например, на рис. 2 приведена система роботизированной тандемной сварки CMT Twin производства компании Fronius с двумя независимыми микропроцессорными источниками электропитания (рис. 2). Расширяют возможности своего практического применения новые полуавтоматические и автоматические аппараты с системой контроля сварки. Примером может служить сварочные головки АДФ-1000 компании ИТС (рис. 3), оборудованные системой слежения и видеонаблюдения за сварочным процессом.

В настоящее время на российском рынке сварочного производства активно работают отечественные компании ИТС, «Шторм», «Уралтермосвар», «Рязанский приборный завод», «Феб», «Эллой» и др., а также зарубежные компании ESAB (Швеция), Kjellberg и EWM (Германия), Ketppi (Финляндия), Fronius (Австрия) и многие другие. Ведущие зарубежные компании стараются быть



Рис. 1. Использование автоматической сварочной каретки Railtrac-1000 (ESAB) с дистанционным управлением на монтаже



Рис. 2. Использование роботов в сварочном производстве

как можно ближе к потребителю. В этом году 10-летний юбилей отмечает «Кемпи Россия» — представительство финской компании Kemppi OY. Год назад открыто представительство известной китайской компании «Аотай Электрик Рус». 16 июня этого года начал работать технологический центр компании ESAB, где на площади 1200 м<sup>2</sup> разместилось самое современное и технологичное оборудование.

Важной задачей является создание рыночной инфраструктуры сварочного производства и защита

рынка от недобросовестных участников, взаимодействие между предприятиями, выпускающими сварочное оборудование, и создание информационной открытости результатов их деятельности.

Объем оборудования для газовой сварки и резки будет сокращаться, хотя доля его останется значительной, особенно при сварке протяженных трубопроводов малого диаметра.

Применение контактных видов сварки в соответствующих отраслях промышленности не уменьшается. Продолжится разработка оборудования и технологий для этого вида сварки. Рынок сварочной техники предлагает большой выбор техники для контактной сварки. На рис. 4 представлено новое оборудование Delta Spot фирмы Fronius для контактной сварки, значительно увеличивающее срок службы электродов, повышающее качество и производительность сварки листовых конструкций.

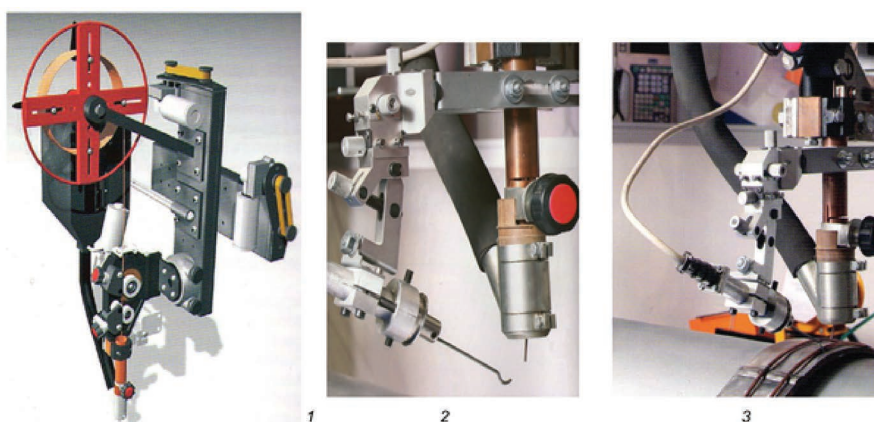


Рис. 3. Сварочная головка АДФ-1000 (компании ИТС), оборудованная системой слежения по стыку (2) и системой видеонаблюдения (3)



Эксклюзивный представитель продукции Kemper GmbH

Разрабатываем, производим, проектируем, поставляем, устанавливаем и обслуживаем передовые продукты и решения в области промышленной вентиляции, экологии и охраны труда.

Надежное и качественное оборудование теперь производится в России.

Качество оборудования соответствует обязательным требованиям, предъявленным действующим законодательством Российской Федерации.

Огромный опыт, более 1000 внедренных проектов.



Центральный офис: Санкт-Петербург +7 (812) 493 45 00 www.euroluxspb.ru info@euroluxspb.ru

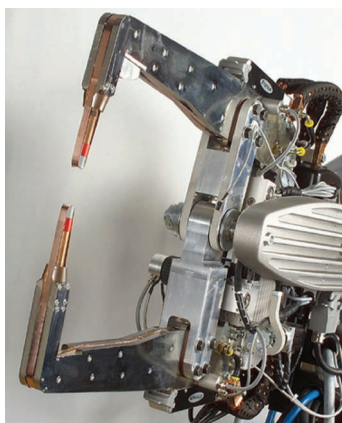


Рис. 4. Сварочные клещи Delta Spot — Fronius



Рис. 5. Аргонно-дуговая сварка изделий из титанового сплава

### ПРИМЕНЕНИЕ СВАРОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ К НОВЫМ МАТЕРИАЛАМ

Во многих отраслях промышленности и строительства все шире находят применение легкие металлы и их сплавы, а также композиционные материалы, с внедрением которых в различные отрасли промышленности потребовалась разработка новых современных технологий сварки и усовершенствование существующих. Для этих сплавов применяют не только дуговую сварку (рис. 5), но и осваивают применение лазерной, электронно-лучевой, плазменно-дуговой и микроплазменной сварки. Эти виды сварки используют, как правило, в соединениях тонкого металла в электронной промышленности, приборостроении, а также в авиа и ракетостроении и других отраслях промышленности. Например, в сфере производства оборудования для лазерной сварки успешно работают российские компании: НТО «ИРЭ-Полус», Группа компаний «Лазеры и Аппаратура», «Булат», «Лаген», «Центр лазерных технологий», «ИЛИСТ», ЦТСС, а также Trumpf (Германия), «Арамис» (Чехия); для электронно-лучевой сварки — «ТЭТА»; плазменной сварки — «Мультиплаз», «АСпромт». Существенный прогресс был достигнут в применении таких видов сварки, как диффузионная, сварка трением с перемешиванием (рис. 6) и др., о чем свидетельствует расширение их применения во многих областях промышленности.

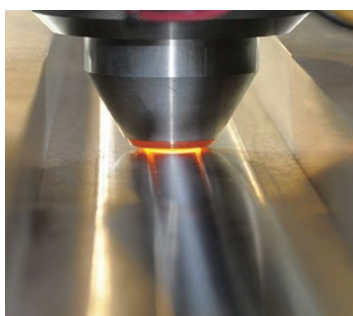


Рис. 6. Сварка трением с перемешиванием алюминиевых сплавов

В настоящее время все более широко применяются композиционные материалы, причем области их применения постоянно расширяются. Для соединения элементов из этих материалов необходимы соответствующие технологии, которые в большинстве случаев все еще находятся в стадии разработки. Поэтому проведение работ в области производства усовершенствованного оборудования для сварки новых материалов необходимо и актуально.

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СВАРКИ

Важной задачей является обеспечение качества выпускаемых материалов для сварки, а также разработка

новых материалов как для традиционных способов сварки, так и для новых прогрессивных технологий. Растущая роль автоматизации и механизации в сварке диктует необходимость увеличения производства сплошной и порошковой сварочной проволоки.

Основными факторами, определяющими увеличение объемов потребления сплошной проволоки, являются ее качество, постоянство химического состава, качественное состояние по-

верхности проволоки, достигнутое омеднением или электролитно-плазменной обработкой. На российском рынке хорошо зарекомендовали себя продукция ЦНИИ КМ «Прометей», «Лосиноостровского электродного завода» (ЛЭЗ). На последнем производстве сварочной проволоки налажено по европейской технологии и на европейском оборудовании. Прочность проволоки обеспечена гарантированным временным сопротивлением разрыву. Изделия отличаются качеством и надежностью упаковки, обеспечивающей длительную сохранность проволоки в различных условиях без нарушения технологических свойств.

Применение порошковой проволоки существенно повышает производительность процесса сварки (приблизительно на 30%), при этом значительно снижается разбрызгивание. В последнее время все большее предпочтение отдается применению порошковой проволоки, изготовленной путем формовки холоднокатанной ленты заданного размера в круглый профиль, который затем заполняют порошковой смесью. Подобная проволока была разработана для сварки многих марок сталей, в том числе и коррозионноустойчивых. Основным фактором, определяющим увеличение объемов ее потребления по сравнению с вальцованными проволоками, которые имеют негерметичный продольный стык, является качество, характеризующееся абсолютной защищенностью флюсового сердечника от возможного насыщения влагой из атмосферы. Сердечник остается сухим в процессе длительного хранения даже без упаковки и не требует прокалки перед использованием. Сварка такой проволокой возможна полуавтоматами, предназначенными для проволоки сплошного сечения.

Поиски новых возможностей касаются и защитных газов, применяемых при механизированных способах сварки. Например, в промышленно развитых странах предпочтение отдают смесям из активных и инертных газов при механизированной сварке металлических конструкций. Для дуговой сварки плавящимся электродом широко применяют смесь Согон, состоящую из аргона и углекислого газа в разных пропорциях. Менее распространены тройные газовые смеси аргона с углекислым газом и с кислородом или гелием. Добавка гелия к активному защитному газу аргону положительно влияет на качество швов, приводит к возрастанию напряжения дуги и увеличению ее энергии, что в свою очередь улучшает проплавление шва и его форму. Сварка стальных металлоконструкций в смесях защитных газов на основе аргона и гелия имеет преимущества и по сравнению со сваркой в CO<sub>2</sub> и значительное (в 6–8 раз) снижение разбрызгива-



Рис. 6. Электроды Лосиноостровского электродного завода

ния. Кроме того, происходит улучшение формирования шва, повышение механических свойств металла шва и металла границы сплавления, а также улучшение санитарно-гигиенических и экологических условий при сварке. На российском рынке газов и газовых смесей активно работают компании Linde Gas (Германия), Air Liquid (Франция), имеющие здесь производство, и др.

Существующие объемы использования автоматической сварки под флюсом в ближайшее время сохраняются, поэтому требования к качеству флюсов повышаются. За рубежом применяют только керамические агломерированные флюсы взамен плавленных. На их долю в странах Западной Европы в последние годы приходится 96% объемов потребления флюсов. В России также постепенно переходят на сварку с применением агломерированных флюсов, используя флюсы марок ОК Flux 10.70, ОК Flux 10.71 фирмы Esab. Кроме того, налажен выпуск агломерированных флюсов на собственной производственной базе ОАО ИТЦ «Прометей», а также на ЗАО «Электродный завод» в Санкт-Петербурге и ряде других фирм. К сожалению, агломерированные флюсы значительно дороже плавленных, и это тормозит их применение.

Несмотря на снижение потребления покрытых электродов для дуговой сварки, они по-прежнему довольно широко востребованы при монтажных и ремонтных работах. В нашей стране построены современные высокомеханизированные заводы, выпускающие ежегодно сотни тысяч тонн высококачественных электродов. Следует отметить успехи Лосиноостровского (рис. 6) и Зеленоградского электродных заводов, ОАО «Межгосметиз» (Мценск), где выпускаются новые типы электродов, обеспечивающие высокую производительность сварки, имеющие низкую токсичность, пригодные для сварки углеродистых, низколегированных и высокопрочных сталей. Качество швов, выполненных отечественными электродами, соответствует требованиям международной классификации МИС. Кроме российских производителей сварочной проволоки и электродов, на рынке сварочных материалов и газов активно работают зарубежные фирмы Linde Gas, Lincoln Electric (США), Böhler (рис. 7), Esab и др.

#### ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ МЕХАНИЗАЦИИ НАПЛАВОЧНЫХ РАБОТ

Важной задачей, стоящей перед сварщиками, является дальнейшее совершенствование и повышение уровня механизации и качества наплавочных работ. Наплавка создает возможности для получения изделий с упроч-



# LITOSTROJ RAVNE

**НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ – ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ ПРЕССЫ**  
Механические прессы серии SE1-270, SE1-150, SE1-100.

#### Механический пресс SE1-270

**Горизонтальные прессы одностороннего действия с гидравлической подушкой на станине эксцентриковые спроектированы для двухкоординатной контурной обработки круглых частей из стали или медных сплавов.**

**Прессы – полностью автоматические.**

Стандартные операции прессы:

- глубокая штамповка
- нижняя формовка
- уменьшение верхнего диаметра



#### Глобальная ссылка

Автотранспортная промышленность,  
производство электробытовых приборов  
и другие отрасли промышленности

Litostroj Ravne Ltd. • Slovenia • info@litostrojravne.com  
+386 (0)2 870 78 59 [www.litostrojravne.com](http://www.litostrojravne.com)

JSC Company Detrilit • Moscow, Russia • detrilit@mail.ru  
Phone: +7 499 197 3627 [www.detrilit.ru](http://www.detrilit.ru)



Рис. 7. Сварочные материалы компании Böhler

ненным поверхностным слоем, обладающим прочностью, износостойкостью и (или) сопротивляемостью воздействию коррозии. Из общего объема сварочных материалов для наплавки используется 8–10% электродов и сплошных проволок, до 30% порошковых проволок и практически все спеченные и порошковые ленты. Применение в последнее время при выполнении наплавки порошковых лент взамен проволочных электродов оказалось весьма эффективным. Применяемые методы нанесения упрочняющих покрытий с помощью плазменной дуги или электрошлаковой наплавки также способствовали значительному повышению производительности труда и качества наплавочных работ.

#### УЖЕСТОЧЕНИЕ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Обеспечение уровня качества сварных конструкций является одной из основных задач сварочного производства. Затраты на исправление дефектов составляют от 3–5% в заводских условиях, до 15–20% на монтаже, но оставшиеся дефекты могут привести к отказам в работе элементов конструкции и даже авариям всего сооружения.

Повышение работоспособности и долговечности сварных конструкций в большой степени зависит от контроля качества как металла шва, так и основного металла конструкции. Контроль качества сварных конструкций и их соединений необходим на всех стадиях изготовления как в заводских условиях, так и на монтаже. Применение современных средств технической диагностики для выявления дефектов сварных швов является одной из основных задач в сварочном производстве. В настоящее время существует огромное количество методов и средств контроля, таких как визуально-измерительных, акустических, радиографических, магнитных, вихретоковых, вибродиагностических и многих других. Процесс контроля и применяемая аппаратура должны быть удобными в работе и безопасными для персонала.

Особенно важны работы по созданию портативной аппаратуры, которая позволила бы с большой достоверностью определять и описывать дефекты в трехкоординатных плоскостях в автоматическом режиме, не требующей специальной подготовки поверхности металла и сварного шва. Примером может служить портативный дефектоскоп «A1212 Мастер» (рис. 8) для ультразвукового контроля качества сварных швов. Прибор обеспечивает идентификацию типа, размеров и мест расположения внутренних дефектов в сварных швах.

Успешно применяется промышленный электромагнитно акустический дефектоскоп, в котором возбужде-

ние ультразвуковых волн осуществляется с помощью электромагнитно акустического преобразователя. Этот метод контроля не требует специальной подготовки поверхности сварного шва и контактной жидкости. Метод обеспечивает идентификацию типа, размеров и мест расположения внутренних дефектов в сварных швах и в материале конструкции.

В последние годы были созданы компактные голографические приборы, с помощью которых осуществляется диагностика конструкций из неметаллических и композиционных материалов.



Рис. 8. Проверка качества сварного шва и металла трубы ультразвуковым дефектоскопом A1212 Мастер

Несмотря на то что трудоемкость контрольных операций может достигать до 30% от общей трудоемкости изготовления сварной конструкции, снижение расходов на диагностику может привести к тяжелым последствиям.

#### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИЯ ПЕРСОНАЛА

Внедрение прогрессивных методов сварки и усовершенствованного сварочного оборудования, применение новых материалов повышает требования к профессиональной подготовке сварщиков. Квалификация инженерно-технического персонала и рабочих-сварщиков в обеспечении качества сварных конструкций и изделий играет решающую роль. В настоящее время сварочное производство России испытывает хронический дефицит в высококвалифицированных рабочих-сварщиках. Для восполнения недостатка в квалифицированных кадрах необходимо организовать новую систему профессионального обучения молодежи, переподготовку и аттестацию инженерно-технического и производственного персонала, соответствующую международным нормам и стандартам.

В повышении квалификации и расширении технического кругозора рабочих-сварщиков большую роль может сыграть изучение технической литературы по технологии сварки и теории сварочных процессов. Поэтому весьма актуально издание учебников, учебных пособий и технических статей, освещающих опыт новаторов, передовиков производства, а также содержащих различные практические рекомендации и советы в решении различных производственных вопросов.

#### ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА

Для экономической жизнеспособности производства необходимо повышение производительности труда, которая достигается не только модернизацией производства, использованием новейшего сборочного и сварочного оборудования и высоких технологий, но и путем мотива-



# ГАЗОПЛАМЕННАЯ АППАРАТУРА МАРКИ «НОРД-С»®

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



СДЕЛАНО В РОССИИ

## РУЧНОЙ ГАЗОВЫЙ РЕЗАК

ПОВЫШЕННОЙ НАДЕЖНОСТИ  
МАРКИ «НОРД-С»®

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

модернизированной  
головки с коническим  
смесителем и мундштуком

**МОНОБЛОЧНАЯ  
РУКОЯТКА**  
надежность  
и долговечность

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

Длина рабочего инструмента резака

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

материал корпуса  
редуктора  
**ЛАТУНЬ**

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

Модификации редукторов «НОРД-С»®

Характеристики редуктора,  
наибольшие значения

пропановый БПО-5-3

ацетиленовый БАО-5-3

кислородный БКО-50-3

пропускная способность, м³/ч

5

5

50

давление газа на входе, МПа

2,5

2,5

25

рабочее давление, МПа

0,3

0,15

1,25

габариты, мм

160x130x100

210x130x100

150x120x100

ции личной эффективности, осознания личного высокого социального статуса сотрудников. Социально-психологический подход не требует значительных материальных средств, а должен строиться на потребности компетентности и в чувстве сопричастности к общему делу и самоуважения [1].

Важным фактором повышения производительности труда является обеспечение нормальных условий: вентиляции, отопления, освещения, защитной спецодежды. Но прежде всего необходимо обновить парк сварочного оборудования, внедрить новые прогрессивные технологии.

### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СВАРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ

Одной из основных задач является обеспечение экологической безопасности сварочных процессов и их минимальное воздействие на персонал и окружающую среду. Сварочное производство является вредным, отрицательно влияющим на здоровье рабочих и экологический климат региона, где расположен объект. В экономически развитых странах в качестве приоритета ставят их экологическую безопасность и минимальное воздействие сварки на рабочее пространство и персонал. К сожалению, Россия по части экологии значительно отстала от экономически развитых стран. Созданию безопасных и комфортных условий для персонала будет способствовать применение фильтровентиляционных установок, обеспечивающих общую и местную вентиляцию, а также защиту от вредного воздействия сварочных аэрозолей и пыли (рис. 9). Применение эффективных средств личной защиты — масок, шлемов, защитной спецодежды (рис. 10), перчаток и обуви кроме создания личной безопасности способствует также повышению производительности труда в сварочном производстве.

Продукция фирм ТД «Спецперчатка», «СовПлим», ЕвроЛюкс Групп (Kemper), «Консар», «Элстат» и др. — средства индивидуальной защиты, системы промышленной вентиляции и очистки воздуха пользуется неизменным спросом на российском и зарубежном рынках.

### ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Создание высоконадежных и экономичных сварных конструкций в различных отраслях промышленности и строительства основа эффективности сварочного производства, которая может реализоваться только при условии использования новейшего сборочного и сварочного оборудования, а также высоких технологий и модернизации производства [1]. Немаловажным условием эффективной организации и умелого ведения технологических процессов сварки является экономное использование электроэнергии, бережное отношение к оборудованию, экономное расходование сварочных материалов, качественное выполнение сварных швов [1]. Кроме того, необходим поиск наиболее целесообразных и экономичных инженерных решений по технологии производства сварных конструкций и рационально выбранной технологии сварки.

Повышение эффективности производства — это создание качественной, конкурентоспособной продукции при минимальных затратах труда и материальных ресурсов. Приоритетными направлениями эффективного производства являются ресурсосберегающие технологии сварки конструкций, снижающие материалоемкость, ме-



Рис. 9. Оборудование рабочего места сварщика



Рис. 10. Маска с системой подачи воздуха и защитные сварочные шлемы

таллоемкость, энергоемкость, а также производственные трудозатраты.

Качественно на новую ступень ставит сварочное производство разработка средств компьютерного моделирования процессов сварки и образования сварного шва с целью выбора оптимальных сварочных параметров, оперативного контроля и управления процессом. Внедрение компьютерных технологий обеспечит повышение качества продукции при снижении расходов на подгоночные работы и правку готовой продукции.

### ВЫВОДЫ

Сварка остается ведущим процессом в изготовлении конструкций и изделий практически во всех отраслях промышленности и строительства. Рост промышленного производства требует увеличения объемов производства сварочной техники и сварочных материалов, а также разработки новых технологических процессов сварки. Необходимо усовершенствование системы подготовки высококвалифицированных специалистов-сварщиков и организации экологически безопасных рабочих мест, а также обеспечение эффективной работы и повышения производительности труда.

В.С. Парлашкевич

### Литература

1. Парлашкевич В.С., Белов В.А., Василькин А.А/Пути повышения качества сварных металлических строительных конструкций // Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 9. с. 61–63.



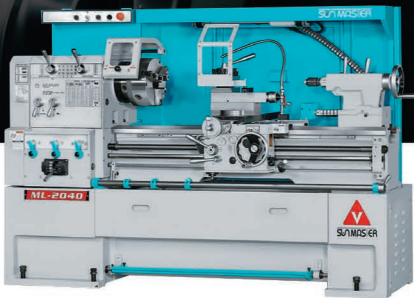
順詮機械工業有限公司

SUN MASTER

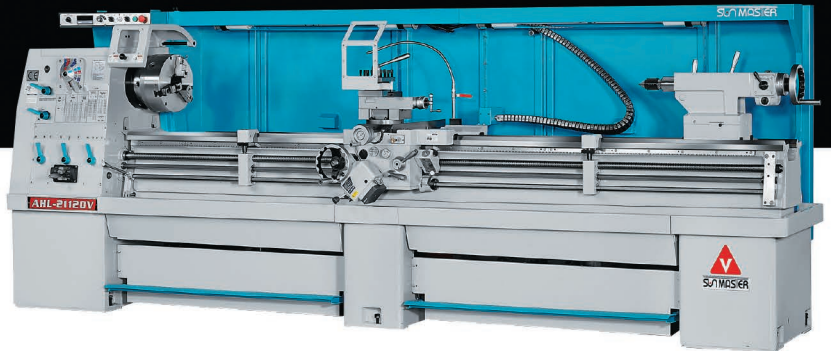
www.sunmaster-cnc.com



# БЫСТРЫЕ, ТОЧНЫЕ И НАДЕЖНЫЕ ТОКАРНЫЕ СТАНКИ



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



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



CRL-1440/1640/1660



CNL-1740/1760



CSR-1840/1860



CHC-2240/2260/2280/22120

Признанный производитель оборудования



順詮機械工業有限公司

SUN MASTER

SHUN CHUAN MACHINERY IND. CO., LTD.

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



## ПРОТИВОСТОЯНИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ И СПРОСА

КАКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ РАБОТАЕМ СЕГОДНЯ? ЧЕМ БУДЕМ РАБОТАТЬ ЗАВТРА? НА ЭТИ И ДРУГИЕ ВОПРОСЫ ПО ПОВОДУ СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВ РЫНКА СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ОТВЕЧАЮТ ГЛАВНЫЕ СВАРЩИКИ РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ.



Марина Харыбина,  
главный сварщик компании  
ОАО «Специализированное  
Управление — 2»



Игорь Оськин,  
главный сварщик  
ГУП «Мособлгаз»



Сергей Зигунов,  
главный сварщик  
ОАО «Коломенский завод»



Михаил Голосов,  
начальник отдела сварки  
и термообработки  
Нововоронежском-  
энергоремонт — филиала  
АО «Атомэнергоремонт»



Сергей Пешехонов,  
главный сварщик  
Группы компаний «МИР»

По данным Росстата оборот сварочного рынка в 2013 году составил 630 млн долл., относительно дальнейшего развития событий мнения экспертов тогда решительно разошлись: одни прогнозировали приостановку роста, другие считали, что к концу 2015 года рынок подойдет к показателю 915 млн долл. Пока статистические данные по 2015 году еще не опубликованы, как оценить состояние рынка? Зарубежные поставщики, в совокупности занимающие почти 90% рынка, предпочитают говорить не о количестве проданной техники, а о рублевых доходах, что затушевывает реальную картину динамики спроса. Выявить факторы, которые формируют сейчас рынок сварочного оборудования, мы решили через экспертные мнения потребителей из разных отраслей — главных сварщиков компаний, где это оборудование активно используется.

### СПРОС НА СВАРКУ

Компания ОАО «Специализированное Управление — 2» из Подольска занимается строительством магистральных газопроводов. «Ситуация в нашем сегменте не позволяет говорить о росте рынка, — считает главный сварщик компании Марина Харыбина. — Цифр назвать не смогу, просто сужу по тому факту, что спрос на газ сократился, объектов, а следовательно, и потребности в сварке стало меньше. Сотрудники некоторых родственных компаний просто находят в неоплачиваемых отпусках».

ГУП «Мособлгаз», где работает Игорь Оськин, строит сети газопроводов в соответствии с программой газификации Московской области, и сокращения спроса на сварочные работы в компании не отмечают: «Объем работ относительно 2013–2014 года даже вырос, — делится главный сварщик ГУП «Мособлгаз». — Незначительно, но динамика отчетливо позитивная. Если в 2013–2014 сварщики выполняли 10–12 тысяч стыков в месяц, то сейчас мы выходим на 14–16 тысяч». Тем не менее по наблюдениям Игоря Оськина, «рынок сварочного оборудования расти перестал, что понятно в условиях кризиса, который затронул все отрасли экономики».

Падение объемов производства и соответствующее снижение спроса на изготовление сварных конструкций отмечает и Сергей Зигунов, главный сварщик ОАО

«Коломенский завод» (входящий в ЗАО «Трансмашхолдинг»), который специализируется на локомотивостроении, дизелестроении и малой энергетике. Основной заказчик — ОАО «РЖД», которое с каждым годом заказывает нового подвижного состава все меньше. «Наш завод изготавливал в 2013 году 93 локомотива в год, сейчас 50», — делится Сергей Зигунов.

Михаил Голосов, начальник отдела сварки и термообработки Нововоронежскомэнергоремонт — филиала АО «Атомэнергоремонт», не видит угрозы падения спроса на выполнение сварочных работ для своей компании: «Мы ремонтируем атомные электростанции, и спрос на наши услуги стабилен, — утверждает Голосов. — Но также очевидно, что многие отраслевые рынки сжимаются, работы нет».

Производственный профиль Группы компаний «МИР» — строительство аттракционов, в частности, гигантских колес обозрения и катальных гор не только в России, но и за рубежом. Колесо на ВДНХ было построено именно этой компанией. Не так давно по решению правительства Москвы колесо и другие аттракционы компании «МИР» начали демонтировать, а этот парк аттракционов был основным источником финансирования компании. Были сообщения в прессе, что колесо просто возведут на другом месте, но, как оказалось, руководство ВДНХ намерено установить колесо не только в другом месте, но и заказать его на бюджетные деньги в другой стране. «Мы предлагали за собственные средства установить 175-метровое колесо обозрения собственной разработки, не имеющее аналогов в мире — рассказывает главный сварщик компании Сергей Пешехонов, — но велика вероятность, что деньги налогоплательщиков уйдут к зарубежному производителю на постройку колеса меньшего диаметра. Объем сварочных работ, таким образом, у нас сокращается».

### ЧЕМ РАБОТАЕМ СЕГОДНЯ

В ведении главного сварщика Марины Харыбиной около двух с половиной сотен сварочных аппаратов, функциональный набор которых определяется используемыми технологиями. Поскольку в заказчиках преобладают дочерние предприятия ПАО «Газпром», то способы и методы строительства газопроводов определяются

нормативными документами «Газпрома». В частности, «СУ-2» работает по системе стандартизации ПАО «Газпром» № 136, которая предписывает использовать при строительстве газопроводов автоматические и полуавтоматические методы сварки в зависимости от километража объекта. Ручная сварка осталась только для спецсоединений. «Сварка — ключевая операция при строительстве магистральных газонефтепродуктопроводов, и время, необходимое для завершения строительства, напрямую зависит от скорости выполнения сварочных работ, — объясняет Марина Харьбина. — В ОАО СУ№ 2 применяются многие современные достижения в области сварочного производства и оборудование лучших мировых компаний и производителей: Idealarc DC400 и Invertec STT II компании Lincoln Electric, Master 3500 Kemppi Финляндия, лёгкие портативные механизмы подачи проволоки для полуавтоматической сварки трубопроводов LN-23P, LN-25, LN-27 фирмы Lincoln, индукционный подогрев фирмы Miller и многое другое».

В ГУП «Мособлгаз» 70–80% сварочных работ выполняется газосваркой. «Связано это с малыми диаметрами, — поясняет Игорь Оськин. — Порядка 90% оборудования для ручной дуговой сварки представлено продукцией Kemppi. К сожалению, в связи с отсутствием серийности в выполнении работ на каждом объекте требуется индивидуальный подход, и в связи с отсутствием предложений по оборудованию для автоматической, полуавтоматической сварки труб малых диаметров в полевых условиях, мы не используем ни автоматические, ни полуавтоматические способы сварки. Значительно растёт объём сварки полиэтилена с закладными нагревателями, и здесь основные производители оборудования для сварки — это английский Fusa-Matik и немецкий Friatec.

Сергей Зигунов рассказывает, что на «Коломенском заводе» есть сварочное оборудование для различных металлов и разной степени ответственности выполняемых работ. «Для сварки алюминия и аустенитных сталей используются сварочное оборудование Kemppi модели MasterTiG AC/DC 3500W, у нас порядка 18 единиц. Для сварки конструкционных и низколегированных сталей у нас есть 20 отечественных импульсных инверторных полуавтоматов «Эллой» и примерно столько же тиристорных полуавтоматов Fronius. Есть ещё по несколько инверторных аппаратов Miller и Lincoln Electric, используемых для сварки особо ответственных узлов локомотивов и дизелей.

Как пояснил Михаил Голосов, на атомных станциях для ремонтных работ используются только аппараты постоянного тока. По этой причине здесь широко применяется оборудование ESAB и Kemppi. «Кому-то больше нравится работать, как говорят рабочие, с жесткой техникой ESAB, а кому-то с более плавной техникой Kemppi, но по совокупности обстоятельств нам больше Kemppi подходит, говорит Голосов. — Что-то у других производителей полуавтоматов лучше, что-то хуже, но цены у Kemppi более щадящие. Для части автоматической сварки используем Fronius, POLUSOUDE».

Практически весь аттракцион, — объясняет Сергей Пешехонов, — сварен полуавтоматической сваркой в среде защитных газов, применяются самые современные решения и технологии в области сварки, на фоне жесточайшей системы контроля качества, действующей на предприятии. «К конструкциям аттракционов предъявляются очень высокие требования, которые можно удовлетворить только, используя сложные в том числе, импульсные режимы сварки, причем специализированные, имеющиеся далеко не у всех производителей сварочного оборудования. Приходится среди всего разнообразия оборудования выискивать то, которое может удовлетворить нашим сегодняшним требованиям. Такое оборудование могут предложить EWM, Fronius, Kemppi и некоторые другие зарубежные компании, но мы остановили свой выбор именно на перечисленных. Это те три кита, на которых стоит наше сварочное производство».

#### ЧТО ВОСТРЕБОВАНО ИЗ РОССИЙСКОГО

Импортное оборудование преобладает. Российское тоже используют, но практически все с оговорками. Так, Марина Харьбина говорит, что «конкурировать с зарубежным оборудованием отечественное вряд ли может, но мы используем и наше, российское. Это «Форсаж-315 М» Государствен-



**Форсаж-502 • Форсаж-315М\***  
**Форсаж-315AC/DC • Форсаж-315АД**

\*внесён в СТО ГАЗПРОМ



**КРЭТ**  
ГРПЗ

АО «ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
РЯЗАНСКИЙ ПРИБОРНЫЙ ЗАВОД»  
(4912) 29-82-14 • форсаж.рф

ного Рязанского приборного завода, ДС-250.33 компании «Технотрон» из Чувашии, ВДУ-1250 фирмы «ИТС» из Санкт-Петербурга. На участках СУ№ 2 работают трубосварочные базы НПП «Свар-Авто» из Уфы, станочный парк ООО «Газстройтехника» из Волгограда и другие».

Игорь Оськин основным российским производителем оборудования для сварки труб из полиэтилена низкого давления (ПНД) считает компанию АОСТ из Москвы, которая производит аппараты «Протва». А в настоящее время в подразделениях Мособлгаза проходят испытания аппараты для сварки ПНД тюменского завода «Ястреб». «По своим характеристикам они пока похуже импортных, но производители открыты для прямого диалога, они отработывают наши вопросы и предложения. Что касается оборудования для ручной дуговой сварки, то в наших подразделениях сейчас испытываются три российских аппарата — завода «Уралтермосвар», Екатеринбург, «Научно-производственной фирмы «ИТС»», Санкт-Петербург, и «ЭлектроИнтел», Нижний Новгород. С ними тоже идет прямой открытый диалог. Но оборудования, сопоставимого по производительности, по функциональным возможностям с оборудованием Kemppi, российская промышленность пока не предлагает».

Сергей Зигунов активно приветствует попытки развивать свое производство сварочной техники и отвоевывать у зарубежных производителей место на собственном рынке. Его компания использует сварочные полуавтоматы «Эллой», производимые в Нижнем Новгороде, с системой удаленного мониторинга и управления сварочными процессами WeldTelecom, которая очень удобна в работе, потому что позволяет фиксировать и сохранять на сервере предприятия все параметры сварочного процесса, в том числе знать, на каких режимах — напряжение, ток — выполнялась сварка разных узлов и каким сварщиком. На мой взгляд, полуавтомат «Эллой» вполне конкурентоспособен и в своем сегменте сильно приблизился к мировым лидерам уровня Lincoln, Kemppi, Miller, Fronius, EWM». Из разговора стало также понятно, что Сергей Зигунов готов присмотреться к полуавтоматам IDEAL — ROSWELD, которые выпускают в Санкт-Петербурге.

«РЫНОК СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ РАСТИ ПЕРЕСТАЛ, ЧТО ПОНЯТНО В УСЛОВИЯХ КРИЗИСА, КОТОРЫЙ ЗАТРОНУЛ ВСЕ ОТРАСЛИ ЭКОНОМИКИ»

Михаил Голосов доверяет российскому инверторному оборудованию «Форсаж» Государственного Рязанского приборного завода: «Хотя это оборудование немного громоздкое и все-таки уступающее импортному, оно очень хорошее. Мы применяли его на Белярской АЭС в условиях монтажа, а это пыль, грязь, ограниченные возможности частой ревизии, но оборудование работало и достойно себя показало. Инверторное российское оборудование используем только этого производителя, потому что у других я серьезного промышленного оборудования не встречал».

«С удовольствием покупали бы российское оборудование, если бы параметры соответствовали нашим требованиям, — заверяет Сергей Пешехонов. — Кроме

надежности, нам при строительстве аттракционов нужны специализированные импульсные режимы сварки, которых мы у российских производителей не встречали. Но для вспомогательных целей у нас есть и российское оборудование, например, для ручной дуговой сварки. Это вполне современные инверторные источники тока, имеющие небольшой вес и размеры, но и они, насколько мне известно, в большой степени собраны из импортных комплектующих».

## ЧЕГО ЖДЕТ ПОТРЕБИТЕЛЬ ОТ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Российское оборудование, занимающее весьма скромные позиции на своем родном рынке, все же используется серьезными промышленными компаниями. Мы попросили экспертов объяснить, что сдерживает путь российского производителя к конкурентоспособному уровню и к расширению объемов его использования? В чем все были независимо друг от друга единодушны, — это отсутствие компонентной базы. В этом главная сложность в реализации политики импортозамещения, которую все в принципе приветствуют.

«ПОТРЕБНОСТЬ В ЗАМЕНЕ ОБОРУДОВАНИЯ У МНОГИХ КОМПАНИЙ ЕСТЬ, НО КУРСОВЫЕ КОЛЕБАНИЯ ВАЛЮТЫ СДЕЛАЛИ ЗАРУБЕЖНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ВЕСЬМА ДОРОГИМ, А ИНОГДА НЕПОДЪЕМНЫМ ПО ЦЕНЕ»

«Залогом успешной работы сварочных бригад является персонал высокой квалификации и бесперебойная работа оборудования, — говорит Марина Харьбина. — И моя задача заключается в том, чтобы всё это обеспечить. За сварочным оборудованием закреплены наладчики сварочного оборудования, которые следят за работой сварочных источников, за тем, чтобы они выдавали необходимые параметры сварочного тока. Нередко работы проводятся в две смены, при этом люди меняются, а аппаратура работает круглые сутки. С нашими аппаратами больше проблем, чем с аппаратами лучших мировых производителей. Ведь трасса не должна стоять и ждать, пока отремонтируют аппарат или отвезут его на гарантийный ремонт в другой город. Хотя и опосредованно, но мы несем людям в дома тепло и свет».

По самому сварочному процессу у Игоря Оськина к нашему оборудованию нареканий практически нет, он отмечает только некоторую нестабильность в процессе. Претензии связаны с удобством в эксплуатации, безопасностью работы и наличием дополнительных функций, облегчающих работу сварщиков. «Все аппараты фирмы Kemppi в пластиковых корпусах. Все российские предложения только с железными корпусами. Но ведь сварка — это электричество, работа часто на открытом воздухе, в котлованах и т.п. Да, мы пользуемся укрытиями, зонтами, но пластиковый корпус снижает вероятность поражения людей током. Кроме того, в аппаратах Kemppi предусмотрены такие функции, как горячий старт, антизалипание, выдержка на горячем старте и т.п., существенно облегчающих работу сварщиков». При этом Игорь Оськин напоминает о технологическом разрыве с начала 90-х, когда новое оборудование практически не кон-

струировалось, многие заводы закрылись: «Российские производители пытаются догнать лидеров семимильными шагами, но это значительно труднее, чем, например, семь десятилетий непрерывного пути Кетрри к нынешним возможностям его оборудования». С ним солидарен Сергей Зигунов: «Если получится у нас хотя бы десять лет непрерывной, планомерной работы по развитию и совершенствованию продукта, то мы его доведем до реально конкурентоспособного уровня. А то сегодня мы работаем, а завтра происходит секвестрование средств на реализацию проектов, следовательно, никакой планомерной работы по достижению поставленной цели не ведется». Михаил Голосов, констатируя, что отечественное оборудование уступает импортному в удобстве эксплуатации, отмечает и то, что «у зарубежных производителей система обслуживания, более гибкая, более оперативная и более приемлемая по цене».

#### ЧЕМ БУДЕМ РАБОТАТЬ ЗАВТРА

Потребность в замене оборудования у многих компаний есть, но курсовые колебания валюты сделали зарубежное оборудование весьма дорогим, а иногда и неподъемным по цене. Весьма оптимистично и прагматично прозвучал ответ Марины Харыбиной: «Не все вопросы обеспеченности оборудованием решаются через приобретение нового. Мы за оборудованием следим: продуваем сжатым воздухом прибывшие с трассы источники сварочного тока, обрабатываем специальными составами, имеем парк запасных частей. То, что у нас есть, мы просто бережем. Вот поэтому на данный момент нам нового оборудования много не требуется, а по производственной необходимости всегда приобретем несколько единиц».

«Потребность в замене оборудования у многих компаний есть, но нынешний валютный курс иногда просто отрезает путь к импортному оборудованию. Объем закупок

уменьшается, мы оптимизируем затраты, увеличивается объем ремонта, восстановления оборудования, одним словом, мы стали серьезнее просчитывать варианты», — говорит Игорь Оськин.

Начальник отдела сварки и термообработки НВАЭР Михаил Голосов говорит, что в компании довольны аппаратами «Форсаж» и Кетрри. Мы поддерживаем их в работоспособном состоянии и в данный момент в новом не нуждаемся, поскольку надежно работает имеющееся. Наше руководство говорит, что будет приобретать новое оборудование взамен вышедшего из строя, но это единичные случаи». Сергей Зигунов и Сергей Пешехонов отмечают, что необходимость в замене оборудования есть, но хорошее оборудование стоит хороших денег, и потраченные средства в их сферах деятельности не могут окультиться за год.

#### ВОПРОСЫ ВМЕСТО ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Кто-то считает необходимым создать еще одну структуру, которая сформирует и будет реализовывать программу развития собственного сварочного оборудования, иными словами, программу импортозамещения. Кто-то считает, что главная проблема в низких пошлинах на сварочное оборудование и высоких пошлинах на комплектующие. Правда, в голове надо еще держать спрос на сварку, при падении которого в отраслях потребителей спрос на сварочное оборудование с комплектующими чьего бы то ни было происхождения расти не может. Главная проблема, как представляется, именно в активизации спроса. Но можно ли в условиях общего сжатия экономики активизировать спрос в одном сегменте рынка? Не означает ли это попытку построить коммунизм в отдельно взятой стране?

А что думаете вы, наш дорогой читатель?

Зинаида Сацкая

## ПОЧТИ 50 ЛЕТ SHAPING POSSIBILITY

Благодаря надежным инструментам и неизменному фокусу на инновациях, партнерстве и заботе о сообществе, мы верим, что нет ничего невозможного.



ПЛАЗМА | ЛАЗЕР | ВОДОСТРУЙНАЯ РЕЗКА | AUTOMATION | ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ | РАСХОДНЫЕ ДЕТАЛИ

Приходите на выставку EuroBLECH и посетите наш стенд E108 (зал 13)



Отметьте нашу страницу Hypertherm EMEA в социальной сети Facebook как понравившуюся, чтобы получать актуальную информацию о новых продуктах и узнать, чего ожидать на этой выставке.

**Hypertherm**  
SHAPING POSSIBILITY™

# ИННОВАЦИОННЫЕ ГАЗОВЫЕ РЕШЕНИЯ ОТ «ЭР ЛИКИД»

На сегодняшний день в сварочной отрасли сохранились проблемы, связанные с качеством защитных сварочных газов и газов, предназначенных для лазерной резки.

Многие производственные компании часто меняют поставщиков газа, стараясь тем самым, в конце концов, найти для себя поставщика, способного обеспечить постоянство качества и количества газа в удобной для заказчика таре.

Как показывает практика, возможность выдерживать постоянно высокого качества и способность гарантированно доставить заказчику заявленное количество газа зависят, в первую очередь, от уровня производственной площадки, где производится тот или иной газ и происходит его наполнение в различные типы тары — баллоны, моноблоки, криогенные емкости и трубопроводы.

Соответственно, чем менее современным оборудованием оснащена компания-поставщик газа, тем меньше она способна быть надёжным партнёром для своих клиентов, работа на производственных площадках которых должна выполняться безостановочно.

Таким образом, лидирующее место занимают крупные компании, имеющие собственные заводы и наполнительные станции по производству технических газов, оснащенные по последнему слову техники.

Ярким представителем таких поставщиков является компания «Эр Ликид», появившаяся на мировом рынке технических газов более 110 лет назад.

Уже сегодня в России она имеет сеть собственных заводов, оснащённых современными воздухоразделительными установками и станциями наполнения баллонов и моноблоков (рис. 1).

Целевыми клиентами компании «Эр Ликид» являются конечные потребители, поставка газа которым осуществляется четырьмя различными способами (рис. 2):

1. В газообразной форме в баллонах и моноблоках;



Рис. 1. Заводы компании «Эр Ликид»

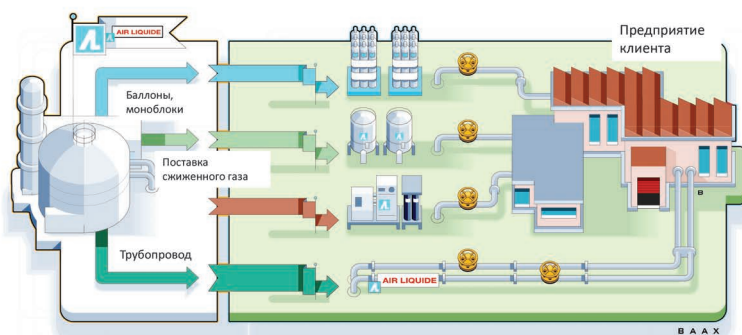


Рис. 2. Способы поставки газа компанией «Эр Ликид»

2. В жидкой форме в криогенные ёмкости, установленные на территории заказчика;

3. Производство газа на территории заказчика при помощи минипроизводств газа «On Site»;

4. С помощью трубопроводов.

Имея собственный специализированный транспорт, оснащенный крионасосами, минимизирующими потери газа при заправке криогенных емкостей, компания «Эр Ликид» акцентирует внимание на доставке своим клиентам технических газов в жидкой фазе (рис. 3).



Рис. 3. Поставка газа в жидкой фазе. Наполнение ёмкостей при помощи крионасоса

Современное оборудование и электроника, которыми оснащены производства «Эр Ликид», эффективно справляются с задачами получения различных газов самой высокой чистоты, а инновационная упаковка (баллоны, моноблоки и модульные криогенные емкости — Skid Tank) призвана доставить конечному потребителю газ неизменно высокого качества (рис. 4).



Рис. 4. Типы современной тары компании «Эр Ликид»

Менеджеры компании «Эр Ликид» всегда рады продемонстрировать высокотехнологичное производство в рамках семинаров по сварке и резке либо по предварительной договорённости о посещении заводов и наполнительных станций.

Приоритетом компании «Эр Ликид» в области сварки и лазерной резки является усовершенствование технологий своих клиентов с помощью специализированных сварочных смесей и лазерных газов.

Для этого специалистами компании были разработаны две брендовые линейки газов самого высокого качества, соответствующих высоким европейским стандартам.

Моногаз и смеси для сварки получили название ARCAL (ARC — дуга, AL — Air Liquide), в то время как газы, предназначенные для лазерной резки, имеют название ЛАЗАЛ/LASAL (LAS — лазер, AL — Air Liquide).

Летом 2015 года произошел ребрейдинг линейки сварочных защитных газов марки ARCAL. Новые газы имеют запоминающиеся названия, которые указывают на их применение относительно определенных материалов и процессов сварки.





Рис. 5. Типы сварочных газов марки ARCAL. Примеры применения

Так появились следующие четыре типа сварочных газов компании «Эр Ликвид» (рис. 5):

1. ARCAL Prime — аргон высокой чистоты 99,998%, предназначенный для аргонодуговой сварки всех металлов, полуавтоматической сварки алюминиевых и медных сплавов, а также для защиты обратного формирования корневого прохода при сварке всех металлов;

2. ARCAL Chrome — двухкомпонентная сварочная смесь с процентным соотношением 98%Ag+2%CO<sub>2</sub>, предназначенная для полуавтоматической сварки всех типов высоколегированных нержавеющей сталей, а также для полуавтоматической сварки-пайки;

3. ARCAL Speed — двухкомпонентная сварочная смесь с процентным соотношением 92%Ag+8%CO<sub>2</sub>, предназначенная для высокопроизводительной роботизированной либо автоматизированной сварки плавящимся электродом в защитных газах углеродистых нелегированных и низколегированных сталей. Хорошо показывает себя при сварке малых толщин металла;

4. ARCAL Force — двухкомпонентная сварочная смесь с процентным соотношением 82%Ag+18%CO<sub>2</sub>, предназначенная для полуавтоматической сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей различных толщин. Также применяется для многопроходной сварки больших толщин на форсированных режимах.

Уже сегодня данные газы с успехом применяются в России на огромном количестве производств. Для этой задачи компания «Эр Ликвид» располагает собственными экспертами в области сварки и резки, которые помогают заказчику в грамотном внедрении технических газов относительно его производственного процесса.

На бесплатную техническую поддержку вправе рассчитывать все клиенты компании «Эр Ликвид», потому как не достаточно только осуществить поставку газа заказчику, но так же важно подобрать оптимальные параме-

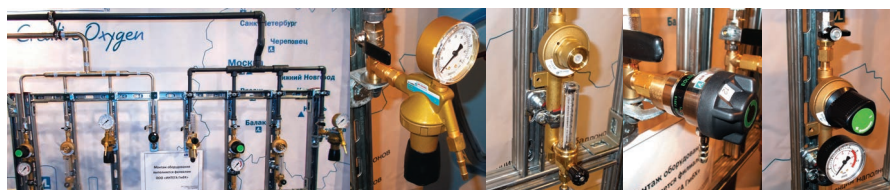


Рис. 6. Варианты исполнения и оснащения внутрицехового газопровода. Типы редукторов

тры на сварочном либо резательном оборудовании, увеличить производительность процесса, а также обучить персонал заказчика работе с применением современных технических газов.

С развитием производства клиента растут и объёмы потребления газа. Здесь речь идёт об установке криогенных емкостей различного объёма, с внедрением в производство заказчика системы газового трубопровода с разводкой по стационарным сварочным постам либо машинам по раскрою листового проката.

Данная система внутрицехового трубопровода представлена в нескольких вариантах исполнения и может применяться с различными моделями редуцирующего оборудования (рис. 6).



Рис. 7. Оснащение рамповой системы

Подобные газовые трубопроводы применимы также и к небольшим производствам, где сварочные посты расположены стационарно, однако вместо криогенных емкостей в этом случае применяются рамповые системы, к которым при помощи гибких рукавов высокого давления могут присоединяться как баллоны, так и моноблоки (рис. 7).

Забор газа в этом случае происходит попеременно из правой и левой части рамповой системы. Автоматическая рампа переключает порожние баллоны либо моноблоки на полные, гарантируя безостановочный процесс поступления газа в трубопровод (рис. 8). Рампы могут быть трёх типов: автоматические, полуавтоматические и ручные.

Преимущества данного оснащения цеха очевидны, так как здесь рабочие пользуются газом из газопровода, словно водой из водопровода, которым оснащены жилые дома.



Рис. 8. Рампы, применяемые в трубопроводах компании «Эр Ликвид»

При этом замена баллонов или моноблоков либо наполнение ёмкости происходит снаружи цеха, и в обслуживании такой системы может быть задействовано минимальное количество персонала.

Теперь нет необходимости задействовать сварщиков либо операторов лазерных установок на разгрузку и подключение газа к системе трубопровода, отвлекая их от производственного процесса. Так повышается производительность участка и увеличивается количество выпускаемой продукции предприятия.

Николай Яшенков  
 nikolay.yashenkov@airliquide.com  
 Мария Степанова, Валерий Фролов  
 Олег Чаликов, Константин Белугин  
 «Эр Ликвид»

## ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ



Дмитрий Андреевич Ипанов, генеральный директор компании ВЕКТОР ГРУПП

Помогая своим клиентам решать различные задачи по сварке, специалисты компании ВЕКТОР ГРУПП убедились в том, что залог эффективного производства — правильно выбранное для конкретной задачи оборудование. О проблемах сварочных производств и их решении рассказывает генеральный директор компании — Дмитрий Андреевич Ипанов.

### Назовите основные проблемы, с которыми сталкивается сейчас сварочное производство.

В текущей экономической ситуации это, прежде всего, нестабильность спроса. В связи с этим производители боятся выпускать большие серии продукции, пытаются расширять номенклатуру, что, в свою очередь, приводит к тому, что разные виды изделий выпускаются на одном и том же оборудовании, а порой даже «на коленке». Вторая важная проблема заключается в том, что даже квалифицированные рабочие допускают много брака и погрешностей в работе.

### У этих проблем есть решение?

Есть. Например, мы в условиях рынка подстраиваемся под меняющиеся запросы клиентов и стараемся предлагать максимально универсальное оборудование, а также подбираем его таким образом, чтобы предусмотреть возможное расширение номенклатуры производимых изделий. В этом случае заказчику в дальнейшем

не придется тратить дополнительные ресурсы на переоснащение.

Что касается проблемы качества, если предприятие правильно подбирает оборудование, а также решаете на роботизацию производства — проблема, можно сказать, исчезает. Робот может работать бесперебойно до 24 часов в сутки, по четко заданной программе, не устает, не болеет, не ходит в отпуск. Качество при этом всегда стабильно на самом высоком уровне.

Цели любого производства — повышение качества и снижение издержек, а автоматизация производства — это один из основных способов достижения этих целей.

Тому подтверждение примеры наших клиентов, которые автоматизировали сварку. Среди последних: сварка рам полуприцепов для легковых автомобилей, сварка инструментов для сельскохозяйственной техники, сварка металлоконструкций для строительства, заварка роботом емкости с опасными отходами. В последнем случае робот не только автоматизирует трудоемкий процесс, но и исключает человеческий труд в опасных для работы условиях.

### Как ваша компания идет в ногу со временем?

За последние пару лет в связи с повышающимся спросом на автоматизацию производства мы серьезно увеличили штат технических специалистов, конструкторов, технологов, постоянно занимаемся обучением сотрудников и повышением их квалификации, а также сами стараемся автоматизировать ряд процессов. Мы уверены в том, что наши разработки, поставляемое оборудование и опыт помогают нашим клиентам сделать производственные процессы максимально эффективными.

✓ СВАРКА

✓ МЕТАЛЛООБРАБОТКА

✓ АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

- Сборочно-сварочные столы SIEGMUND
- Универсальные зажимы DESTACO
- Вытяжные устройства ULMATEC
- Материалы и аксессуары ESAB
- Промышленные роботы KUKA
- Приварка крепежа SOYER
- Зачистные машины RWT
- Сварочные маски

**ВЕКТОР ГРУПП**

промышленное оборудование



[www.vektor-grupp.ru](http://www.vektor-grupp.ru)

129085, г. Москва, ул. Годовикова, д. 9, стр. 13

[info@vektor-grupp.ru](mailto:info@vektor-grupp.ru)

+7 (495) 787-49-12

# ЭСАБ ПРЕДСТАВЛЯЕТ НОВЕЙШИЙ МУЛЬТИПРОЦЕССНЫЙ СВАРОЧНЫЙ АППАРАТ REBEL™

Сварщикам не знакомо понятие обычного рабочего дня — с 9 до 17 за офисным столом. Зачастую они не знают, над какой задачей им предстоит работать сегодня, но точно знают, что должны быть готовы ко всему — к использованию любых сварочных процессов, любой мощности, любым материалам, в любом месте и в любое время. Представляем Rebel — это мобильный и универсальный аппарат, в котором есть все, что нужно сварщику. Он точно не похож на обыкновенный сварочный аппарат.

## ВЫСОКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Многие мультипроцессные сварочные аппараты на деле оказываются ничем иным, как слегка модернизированными аппаратами для дуговой сварки плавящимся электродом в среде защитных газов. В отличие от них, Rebel — это настоящий многофункциональный сварочный аппарат. MIG/MAG сварка сплошной или порошковой проволокой, MMA сварка даже самыми сложными электродами или TIG сварка с контактным поджигом дуги — Rebel прекрасно справляется со всеми этими задачами. В его революционной конструкции использованы идеи и опыт профессиональных сварщиков, что позволило создать готовую портативную машину для сварки самых разных металлов, например, углеродистой стали, алюминия, нержавеющей стали.

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Не важно, работаете вы сварщиком два года или двадцать лет, Rebel упростит вашу работу при помощи интеллектуальной технологии sMIG (smartMIG — интеллектуальный MIG). Для новичков в сварке на панели управления аппаратом имеются базовые настройки, которые упрощают подбор режимов сварки. Для опытных сварщиков в аппарат заложена уникальная система контроля дуги, которая постоянно следит за сваркой и подстраивает параметры для получения стабильного высокого качества сварных швов.

## УНИВЕРСАЛЬНОСТЬ

Не всегда заранее известно, какой сварочный процесс может понадобиться при выполнении работы или какие характеристики будет иметь питающая сеть. Поэтому мы оснастили Rebel функциями, которые делают его мобильным и универсальным.

## УДОБСТВО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Новейший интерфейс пользователя с большим ярким ЖК-дисплеем четко отображает параметры и настройки сварки, видимые даже с расстояния. Дисплей позволяет использовать эксклюзивные функции — руководство пользователя, список запасных частей на разных языках, включая русский.



**УНИКАЛЬНАЯ ПРОЧНОСТЬ**

Сварщики могут работать на объектах разной сложности, в полевых условиях и в цеху. Поэтому им необходим аппарат, который можно легко перемещать и который может выдержать серьезные нагрузки. Все это может Rebel. Уникальная стальная моноблочная конструкция корпуса с пятью ручками и защитными дугами для промышленных условий эксплуатации, защита уровня IP23S, малый вес и компактность — Rebel не просто так называется мобильным аппаратом.

**ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ**

Сварочный аппарат Rebel может быть использован на различных производствах — для сварки легких металлоконструкций, ремонта и технического обслуживания, сварки кузовов автомобилей, проведении монтажных работ, в учебных центрах.

**ГАРАНТИЯ**

На сварочный аппарат Rebel предоставляется гарантия 3 года.

**КОМПЛЕКТАЦИЯ**

На рынке России, Беларуси, Казахстана и Украины представлены аппараты двух моделей: Rebel EMP 215ic для MIG/MMA/Lift TIG-сварки или Rebel EM 215ic для MIG-сварки (скоро появится в продаже). Аппарат Rebel EMP 215ic поставляется готовым к сварке с профессиональной горелкой ESAB MXL 200 MIG с евроразъемом, электрододержателем и комплектом кабелей, с проволокой ОК Aristorod 12.50— 0,8 мм на катушке 200 мм (5 кг), с газовым шлангом 4,5 м с быстроразъемным соединителем, с контактными наконечниками и приводными роликами для проволоки диаметром 0,6–1,0 мм.

**ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СВАРОЧНОГО АППАРАТА REBEL:****Процессы**

Сварка MIG/MAG и порошковой проволокой  
Сварка MMA  
Сварка TIG с контактным поджигом дуги

**Материалы**

Конструкционная углеродистая сталь  
Нержавеющая сталь  
Алюминий (кроме TIG-сварки)

**Функции**

Интеллектуальная технология sMIG  
Цветной LCD/TFT дисплей диагональю 86 мм LED-дисплей  
Сетевые напряжения 120/230 В  
Сохранение параметров сварки  
Горячий старт (только в режиме MMA)  
Форсаж дуги (только в режиме MMA)  
Зажигание дуги Lift Arc (только в режиме TIG)  
Режим работы 2-тактный, 4-тактный (только в режиме MIG/MAG)  
Плавная регулировка режимов сварки  
Регулировка индуктивности (только в режиме MIG/MAG)  
Регулировка отжига проволоки (только в режиме MIG/MAG)  
Регулировка предварительной подачи газа / Обдув после гашения дуги (только в режиме MIG/MAG)

Приглашаем Вас убедиться в уникальных возможностях REBEL на стенде ЭСАБ в рамках выставки Weldex/Россварка, которая пройдет в Москве, КВЦ «Сокольники» с 11 по 14 октября 2016 года.

Подготовлено по материалам ООО "ЭСАБ"

**ЭСАБ РОССИЯ И СНГ**  
Москва (495) 663 20 08  
Алматы (727) 352 86 60

Киев (38044) 568 53 68  
Минск (37517) 328 60 49  
[www.esab.ru](http://www.esab.ru)





# ФАКТЫ

REBEL ПОЗВОЛЯЕТ ПРОВОДИТЬ СВАРКУ В РЕЖИМАХ MIG/MAG, ММА И LIFT TIG, ВЫДЕРЖИВАЕТ СЕРЬЕЗНЫЕ НАГРУЗКИ, А ТАКЖЕ ИМЕЕТ УНИКАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.



# РЕШАЙТЕСЬ

ПОСЕТИТЕ СТЕНД ЭСАБ НА ВЫСТАВКЕ WELDEX / РОССВАРКА В МОСКВЕ С 11 ПО 14 ОКТЯБРЯ 2016 ГОДА И УБЕДИТЕСЬ, ЧТО В СВАРОЧНОМ АППАРАТЕ REBEL ЕСТЬ ВСЕ, ЧТО НУЖНО СВАРЩИКУ.

[ESAB.COM/REBEL](http://ESAB.COM/REBEL)

REBEL™

# СВАРКА ВОЛОКОННЫМИ ЛАЗЕРАМИ

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИЕМОМ И СПОСОБОВ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ ВОЛОКОННЫМИ ЛАЗЕРАМИ ПОЗВОЛИТ БОЛЕЕ ЧЕТКО УПОРЯДОЧИТЬ СУЩЕСТВУЮЩЕЕ МНОГООБРАЗИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.

## ВВЕДЕНИЕ

Объемы применения лазеров в промышленности постоянно растут [1]. Станки лазерной резки и маркировки можно встретить на многих металлообрабатывающих предприятиях. Выгода применения лазерных технологий очевидна: высокие скорости, точность и качество обработки, низкая себестоимость и высокая степень автоматизация труда делают процесс лазерной обработки экономически эффективным.

Появление в начале 2000-х годов нового поколения лазеров диапазона мощностей излучения от 1 кВт и выше [2] на основе активного волокна легированного ионами иттербия, вызвало интерес к широкому их использованию и для других видов металлообработки: сварки, термообработки, наплавки, аддитивных технологий. Высокая мощность лазерного излучения до 100 кВт [3], возможность передачи излучения через транспортное волокно, высокий КПД (до 35%), стабильность работы и простота в эксплуатации, отсутствие необходимости применения газов и других расходных элементов повысили экономическую целесообразность использования лазера в качестве источника нагрева для различных технологических процессов.

Начиная с 2000-х годов в Европе, Японии, США технологии лазерной сварки на базе волоконных лазеров активно развиваются и внедряются в промышленность. В автомобилестроении, вагоностроении, машиностроении и авиационной промышленности применяется лазерная (гибридная) сварка, обеспечивающая высокий уровень автоматизации производства, а получаемые соединения, выполненные посредством лазера, имеют высокое качество.

Лазерная сварка активно исследуется и периодически внедряется на заводах такими организациями как МГТУ им. Н.Э. Баумана (Москва), Политехнический университет (Санкт-Петербург), ИПЛИТ РАН (Шатура) и другими, однако широкого распространения в России технология лазерной сварки пока не получила. Во многом это связано со сложившейся экономической ситуацией в стране и неспособностью предприятий внедрять новые технологии, а также с недостаточной осведомленностью технологов и главных сварщиков предприятий о современных возможностях лазерной сварки.

Цель данной работы — показать все имеющиеся лазерные технологии и способы на сегодняшний день, структурировать и классифицировать имеющуюся информацию.

## КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ

С появлением волоконных лазеров технология лазерной сварки получила второе дыхание. Те области, где ее применение было затруднено и казалось невозможным, стали доступны. За последние 10 лет технология лазерной сварки значительно развилась и дополнилась технологическими приемами и способами. Так, возможна следующая классификация:

1. По форме (геометрии) получаемого сварного шва;
2. По количеству проходов;
3. По виду фокусного пятна;
4. По виду присадочного материала;
5. По наличию дополнительных источников нагрева;
6. По виду сварных швов;
7. По типу оптических сварочных головок;
8. По типу защиты сварного шва

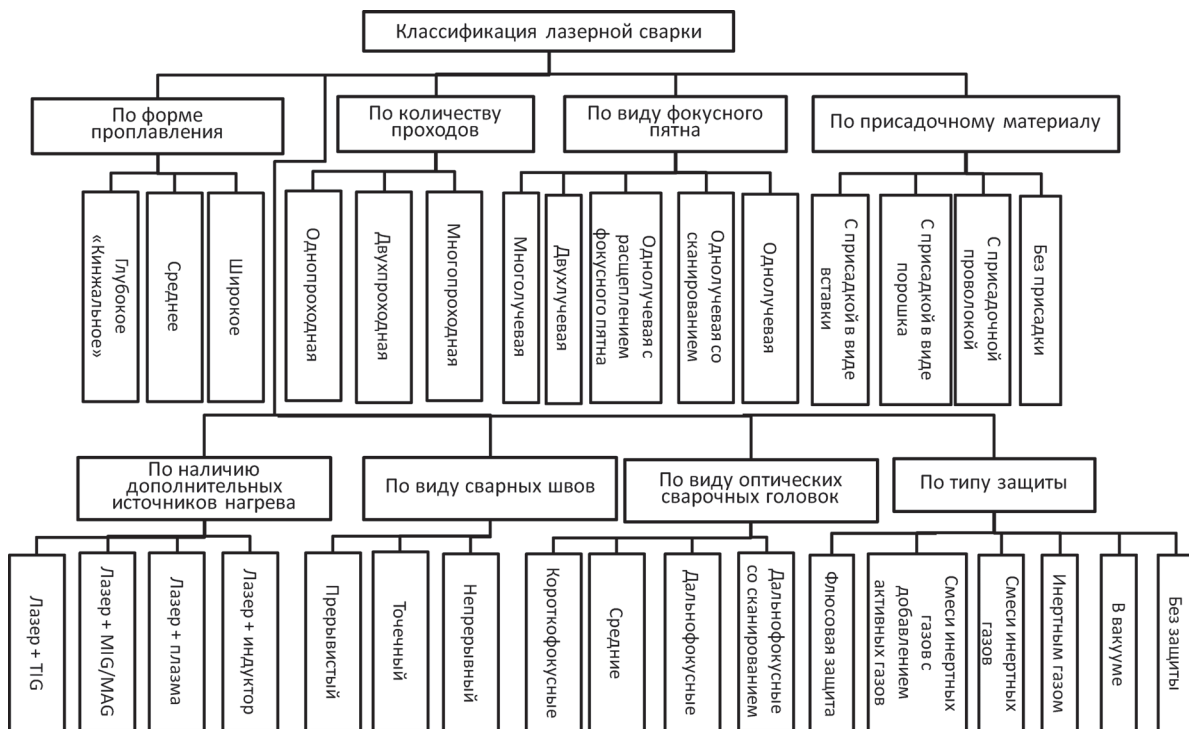


Рис. 1. Классификация технологии лазерной сварки

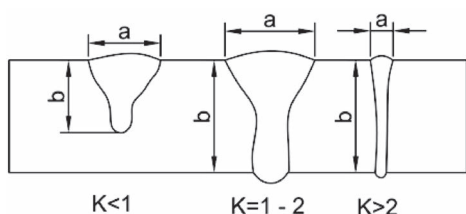


Рис. 2. Виды сварных соединений, выполненных методом лазерной сварки

Схематически классификация лазерной сварки представлена на рис. 1.

### КЛАССИФИКАЦИЯ ПО ФОРМЕ ПРОПЛАВЛЕНИЯ

По форме можно различить три вида сварных лазерных швов: с глубоким проплавлением, средним и широким. Коэффициент проплавления  $K$ , отношение глубины сварного шва  $b$  к ширине  $a$  у сварных швов с глубоким проплавлением равен более двух, у средних находится на уровне от 1 до 2, и у широких равен или менее 1 (рис. 2).

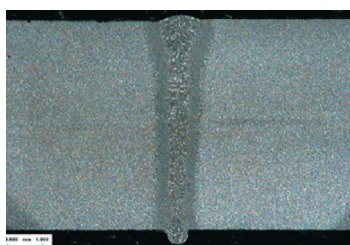


Рис. 3. Образец лазерной сварки с глубоким проплавлением  $k = 4$ :  $P = 5,4$  кВт,  $V = 0,9$  м/мин,  $\delta = 12$  мм [5].

Получение шва с глубоким проплавлением (рис. 3) возможно благодаря феномену парогазового канала, который возникает в жидкой ванне расплава [4]. Такие сварные швы выполняются, как правило, на скоростях от 1 м/мин, фокус находится ближе к поверхности свариваемых деталей или немного заглублен. В результате получения максимальной плотности мощности на поверхности изделия сварной шов приобретает глубокое «кинжальное» проплавление на рис. 2.

Технология лазерной сварки с формированием глубокого «кинжального» проплавления может быть использована при обеспечении беззазорной сборки между свариваемыми кромками. Такие жесткие требования могут быть выполнены только при наличии ровных (фрезерованных) кромок и точной геометрии заготовок. Наличие даже минимального зазора между свариваемыми кромками (0,1–0,2 мм) будет вносить в геометрию сварного шва дефекты.

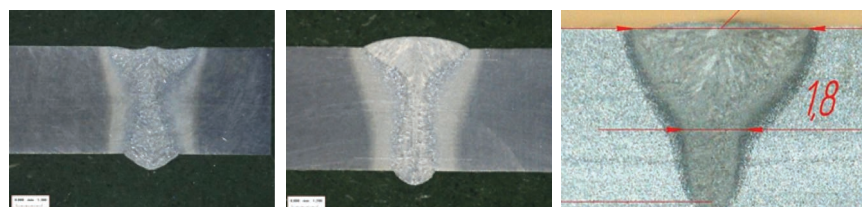


Рис. 4. Образец лазерной сварки со средним и широким формированием шва, толщиной 6 мм: а) лазерная сварка в среде защитного газа  $K=1,4$ , б) лазерная сварка с присадочной проволокой, в) пример сварного шва с широким формированием шва  $K=1$

Для уменьшения требований к сборке свариваемых кромок разработаны технологические режимы, для которых типично получение более широких сварных швов (рис. 4) с меньшими требованиями к качеству сборки кромок. Одним из самых простых способов для получения широкого шва является сварка в расфокусе. При этом требуемая глубина проплавления регулируется скоростью сварки и увеличением мощности лазерного излучения. Феномен парогазового канала при таком режиме остается, но ширина шва увеличивается. Такие сварные соединения снижают требования к величине зазора между кромками и составляют в среднем до 10% от толщины свариваемого материала. Увеличение диаметра пятна на поверхности и объема жидкой ванны расплава позволяет вести сварку с подачей присадочной проволоки, требования к величине зазора снижаются до 15–20% от толщины материала. Другим способом увеличения ширины является применение различных специализированных фокусных пятен, речь о которых пойдет ниже.

Для получения максимально широкого сварного шва еще больше снижают скорость сварки, увеличивают диаметр пятна на поверхности за счет расфокусировки с одновременным увеличением мощности лазерного излучения. У таких швов глубина проплава может быть меньше, чем ширина шва. Такие сварные соединения могут быть использованы для получения несквозных, облицовочных сварных швов, а также для компенсации неточностей сборки деталей перед сваркой или влияния поволодок, возникающих в ходе самой сварки.

### КЛАССИФИКАЦИЯ ПО КОЛИЧЕСТВУ ПРОХОДОВ

Лазерная сварка обычно выполняется за один проход, без разделки кромок, с высокими скоростями ведения процесса и это, бесспорно, считается преимуществом. Такая технология применяется для сварки, например сталей, толщин до 10 мм без возникновения каких-либо технологических проблем. Увеличение толщины свариваемых

## FL-WELD-R

Установка лазерной сварки роботизированная



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

Роботизированный лазерный сварочный комплекс предназначен для обработки изделий из углеродистых и нержавеющей сталей, алюминиевых, медных и других сплавов с различной толщиной стенки. Высокая производительность, малые сроки окупаемости комплекса.



**IPG**  
IRE-POLUS

мых изделий (уже свыше 12 мм) приводит к повышению вероятности появления дефектов в сварном шве, таких как провалы, подрезы, поры, полости, трещины.

Причины появления дефектов следующие: при увеличении толщины свариваемых изделий (свыше 16 мм) непропорционально увеличивается мощность лазерного излучения, для обеспечения сквозного проплавления, снижается и скорость сварки, в результате чего объем жидкой ванны расплава становится больше и процессы происходящие в ней становятся менее управляемыми.

Так, при достижении определенного объема жидкого металла силы поверхностного натяжения уже не могут удерживать ванну расплава и жидкий металл вытекает каплями снизу, образуя недостаток материала сварного шва сверху. Для устранения подобных дефектов авторы [6] предлагают гибридизировать процесс и использовать медные и флюсовые подкладки.

При увеличенном объеме жидкой ванны расплава перенос металла в заднюю часть расплава происходит не за один цикл, а за несколько, прежде чем металл успеет кристаллизоваться. Периодические раскачивания жидкого металла в ванне расплава назад и вперед снижает стабильность процесса сварки, металл, попадая под лазерный луч, всхлapyивает парогазовый канал и приводит к появлению дефектов.

Следует также отметить, что однопроводная сварка больших толщин ведет к образованию срединных трещин (полостей) независимо от склонности материала к растрескиванию (рис. 5) вследствие термической усадки материала и высоких скоростей охлаждения.

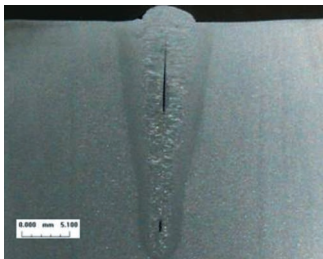


Рис. 5. Проплавление по телу пластины глубиной 20 мм, выполненное волоконным лазером на мощности 30 кВт, со скоростью 1 м/мин, материал сталь 3 [5]

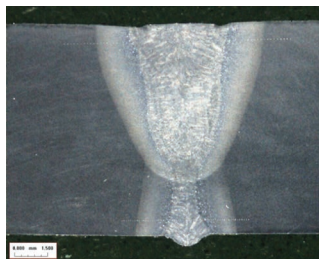


Рис. 6. Сварное соединение, выполненное за два прохода с двух сторон [5]

Для таких случаев технологами разрабатываются специальные методы лазерной сварки с применением дополнительных технологических приемов и способов: в горизонтальном положении, на медной подкладке, с поддувом парогазового канала, с предварительным введением компенсационных напряжений в конструкцию.

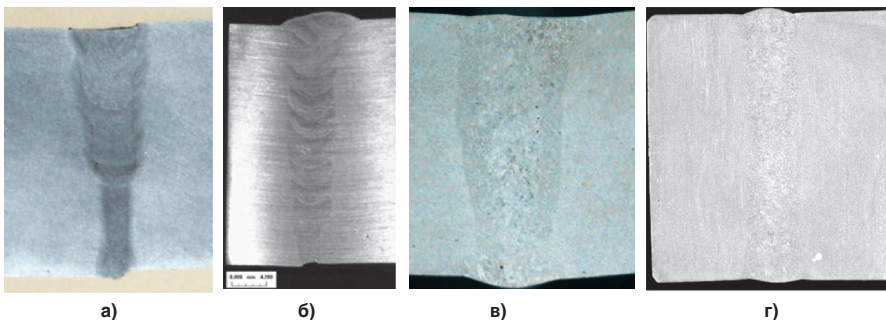


Рис. 7. Макрошриф сварного соединения, полученного методом многопроходной лазерной сварки: а) сталь 09 Г2 С толщиной 25 мм; б) алюминиевый сплав АМг3 толщиной 30 мм, в) титановый сплав BT-1 толщиной 20 мм, г) титановый сплав BT-1 толщиной 40 мм [5]

Другим таким методом является сварка за два прохода с двух сторон. При первом проходе формируется основной шов с качественным формированием корня шва, при втором проходе формируется верх шва (рис. 6). Скорость сварки при этом сохраняется высокой, поэтому выполнение второго прохода существенно не снижает производительности.

При увеличении толщины свариваемых изделий свыше 20 мм может применяться технология многопроходной лазерной сварки в узкую разделку [7]. Такая технология сварки последние годы активно исследуется и начинает применяться в различных отраслях промышленности. Преимущества технологии по отношению к дуговой сварке больших толщин в широкую разделку следующие: увеличение производительности в 5–8 раз, снижение объема фрезеровки в 10 раз, снижение остаточных напряжений и деформация в 3 раза [8], снижение зоны термического влияния, экономия присадочного материала и электроэнергии. Преимущества по отношению к однопроводной лазерной сварке следующие: не требуется большая мощность лазерного излучения, снижается вероятность появления дефектов, особенно в виде трещин, повышение стабильности процесса.

#### КЛАССИФИКАЦИЯ ПО ВИДУ ФОКУСНОГО ПЯТНА

Технология лазерной сварки обычно осуществляется с применением одного лазерного излучения, которое фокусируется в нужный диаметр пятна при помощи выпуклой линзы, установленной в оптической сварочной головке. В случае применения волоконных лазеров применяется коллимирующая линза, для того чтобы расходящееся лазерное излучение собрать в параллельный пучок. Такая схема используется в большинстве станков для лазерной сварки, и она формирует круглое фокусное пятно, которое пригодно для решения большинства задач.

Однако в некоторых случаях для решения конкретных технологических задач могут применяться и специализированные фокусирующие системы. Так, для уменьшения требований к зазорам могут применяться сканирующие системы, позволяющие колебать лазерный луч около оси распространения излучения. Ключевыми параметрами в задании колебаний являются амплитуда, частота и фаза колебаний, в частности, гармонические, круговые (рис. 4, 8, 9).

Помимо сканирования разработаны системы для расщепления лазерного излучения (TwinFocus, Dual Focus — рис. 10). Двойные фокусные пятна используются как для уменьшения требований к зазорам за счет увеличения ширины сварного шва [8], так и для стабилизации процессов в парогазовом канале и уменьшения

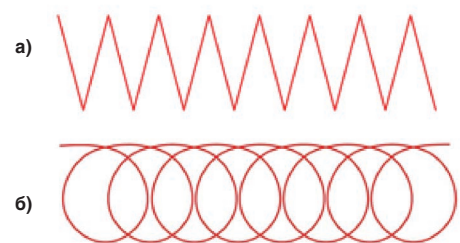


Рис. 8. Типы сканирования лазерного излучения



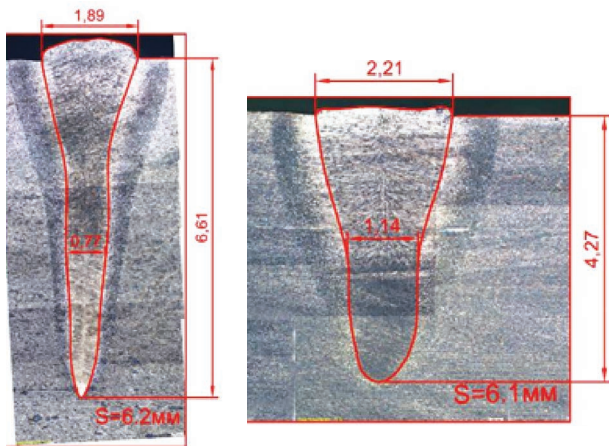


Рис. 9. Влияние кругового сканирования на геометрию сварного шва: а) без сканирования; б) с круговым сканированием [5]

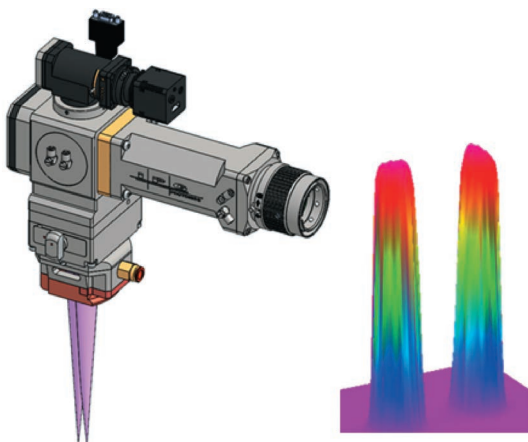


Рис. 10. Внешний вид сварочной головки IPG FLW D50 с модулем двойного фокуса [5]

количества пор [9]. В первом случае фокусные пятна расположены поперечно сварному шву, во втором случае линейно вдоль сварного шва.

Помимо специализированных оптических систем используются два или более лазеров, излучение которых фокусируется на поверхности свариваемых изделий по различным схемам. Двухлучевая лазерная сварка является более гибким инструментом в отличие от систем расщепления лазерного луча. Взаимное расположение фокусных пятен, углов подачи лазерного излучения позволяют регулировать различные процессы, возникающие в парогазовом канале, жидкой ванне расплава во время сварки и управлять скоростью кристаллизации и охлаждения сварного шва [10].

#### КЛАССИФИКАЦИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ПРИСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА

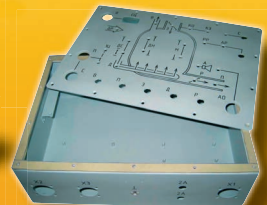
Присадочный материал в виде проволоки при лазерной сварке может использоваться при формировании средних по ширине сварных швов. Присадочная проволока обычно подается в переднюю часть жидкой ванны расплава либо в холодном, либо в горячем состоянии. Разогрев проволоки осуществляется путем резистивного нагрева и регулируется величиной тока, протекающего в проволоке. Добавление присадочного материала позволяет сформировать усиление с лицевой поверхности соединения, а также производить легирование металла шва.

Другим способом осуществить присадку возможно при помощи тонких пластин (проставок) из определен-

# 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 сувенирной продукции: от эксклюзивных изделий до бизнес-сувениров
- Токарно-фрезерные работы по чертежам заказчика с термообработкой и гальваникой.



## ЛАЗЕРНАЯ СВАРКА, НАПЛАВКА

- Сварка изделий из любых металлов и сплавов – круговые, линейные и сложнопольные 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;
- Производство форсунок, сопел, микромаркировка деталей;
- Прошивка отверстий и скрайбирование керамических подложек для микроэлектроники.

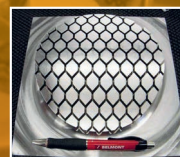
## ЛАЗЕРНАЯ РЕЗКА, ГАВИРОВКА

- Качественная и быстрая резка и гравировка металлов и неметаллов;



## ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННАЯ ОБРАБОТКА

- Электроэрозионная резка проволокой;
- Координатно-прошивные станки нового поколения Otto Pro!
- Детали с формами любой сложности и с точностью до 0.01 мм.



## ЛАЗЕРЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Производственно-внедренческий центр «Лазеры и Технологии»

E-mail: info@pvlt.ru Web: http://pvlt.ru

Тел/факс: (499) 710-00-53, (499) 732-96-12



Рис. 11. Пример сварного соединения, выполненного лазерной сваркой по вставке волоконным лазером: марка сталь 40, толщина 8 мм, скорость сварки 1 м/мин, мощность лазерного излучения 9,5 кВт [5]

ни трудносвариваемых сталей и разнородных материалов. В зависимости от толщины вставки (до 1 мм) можно сформировать на всю глубину отличный по составу сварной шов, состоящий из смеси основного и присадочного материалов.

Следует отметить, лазерная сварка может осуществляться с присадочным материалом в виде порошка. Данный способ возможно применять для устранения плавающих зазоров между свариваемыми кромками, когда порошок предварительно засыпается в имеющийся зазор. Величина зазора в этом случае может составлять 1,5–2 мм. При помощи порошка также можно осуществлять легирование сварного шва. Так, на рис. 12 представлено сварное соединение, сварной шов которого состоит из никелевого сплава и имеет аустенитную структуру, тогда как основной металл имеет ферритную структуру.

#### КЛАССИФИКАЦИЯ ПО НАЛИЧИЮ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ НАГРЕВА

Начиная с 80-х годов лазерный источник нагрева начали применять одновременно с дуговым, назвав технологию комбинированным методом лазерной сварки и дуговым плавящимся электродом (MIG) [11]. Сейчас эта технология стала достаточно популярной и получила название гибридной технологии лазерной сварки.

Гибридизация процесса может быть как с дуговым процессом, плазменным и с другими источниками тепла. Если два источника находятся достаточно близко друг от друга, то происходит объединение двух источников энергии в одной жидкой ванне расплава и возникает синергетический эффект, т.е. увеличение глубины проплавления. Если два источника разнесены на определенное расстояние, то синергетического эффекта не происходит, то есть процесс становится комбинированным.

В этом случае добавление второго источника тепла носит другие конкретные функции. Так, например, наличие дугового источника, который идет впереди лазерного излучения, позволяет произвести предварительный подогрев изделия и увеличить поглощающую способность материала. Если дуговой источник идет позади лазерного излучения, то дуговой процесс влияет на температуру охлаждения жидкого металла, делая термическим более мягким, в результате чего лазерная сварка может приме-

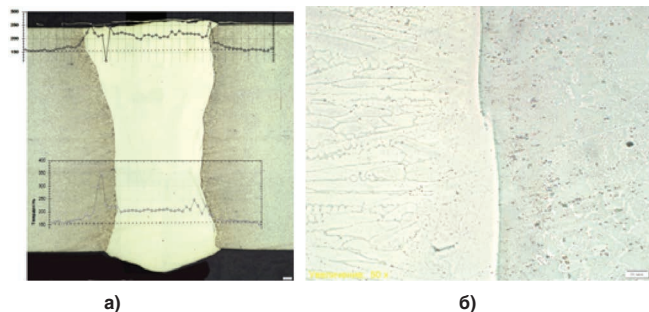


Рис. 12. Лазерное сварное соединение, полученное волоконным лазером с присадочным порошком и с линейным сканированием: скорость сварки 1,5 м/мин, мощность лазерного излучения 7 кВт. а) макрошлиф с измерением микротвердости HV0,1 б) микроструктура зоны сплавления, увеличение 50х [5]

ного материала, которые в процессе подготовки соединения под сварку фиксируются между свариваемыми кромками (рис. 11). Способ предпочтителен при соединении

ку трудносвариваемых сталей с повышенным углеродным эквивалентом [12].

#### КЛАССИФИКАЦИЯ ПО ВИДУ СВАРНЫХ ШВОВ

Известно, что лазерной сваркой можно выполнять различные типы сварных соединений: стыковые, внахлест, угловые, тавровые и т.д. Однако помимо типовой классификации лазерные сварные соединения можно классифицировать также по виду сварных швов: непрерывные, точечные и коротко-шовные.

Мощными волоконными лазерами непрерывного действия обычно выполняют непрерывные продольные швы. Такие сварные соединения наиболее часто используются для сварки ответственных сварных конструкций, для обе-

няться для трудносвариваемых материалов, также дуговой процесс может использоваться для устранения геометрических дефектов верха сварного шва.

Помимо дуги к лазерному источнику для решения конкретных технологических задач могут добавлять плазму, световое пятно, индукционный подогрев. Последнее позволяет проводить предварительный подогрев свариваемых кромок, что позволяет проводить свар-



Рис. 13. Устройство клещевой лазерной коротко-шовной сварки типа [5]

спечения герметичности конструкций.

Для сварки менее ответственных конструкций применяют точечную лазерную сварку, такая технология используется при сварке импульсными твердотельными лазерами.

Короткошовная лазерная сварка применяется для сварки тонколистового материала в автомобильной промышленности. В частности, разработана специализированная клещевая сварочная головка для сварки тонко-

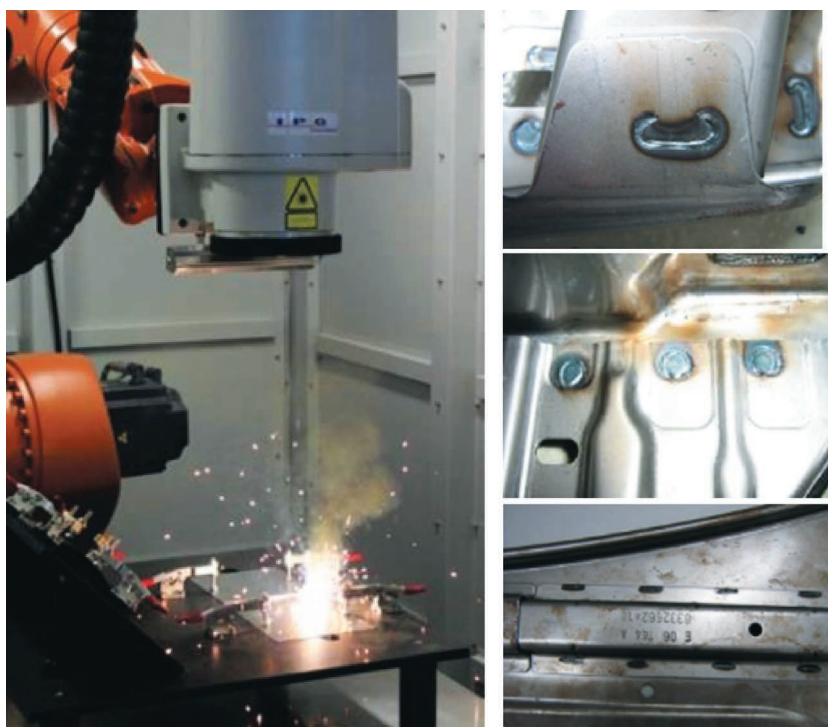


Рис. 14. Устройство удаленной лазерной сварки [5]

стенных конструкций, которая уже применяется на ряде автомобильных заводов [13] (рис. 13).

В сравнении с контактной сваркой данный способ сварки позволяет уменьшить вес кузова автомобиля, что достигается путем изменения ширины фланцев под сварку с 16 до 8 мм, а также применением новых типов сварных соединений [14]. Следует также отметить, что лазерная сварка оказывает минимальное воздействие на оцинкованное покрытие вокруг сварного шва и в неко-

торых случаях позволяет производить сварку без выхода сварного шва с лицевой стороны.

#### КЛАССИФИКАЦИЯ ПО ВИДУ ОПТИЧЕСКИХ СВАРОЧНЫХ ГОЛОВОК.

Сварочные головки обычно различают по типу оптических элементов: проходного и зеркального типа. Но для самой технологии лазерной сварки большее значение имеют параметры оптической системы, фокусные расстояния коллимирующей и фокусирующей линз, которые для сварочного процесса подбираются конкретно для решения той или иной задачи.

Так, в зависимости от основного параметра оптической системы — фокусного расстояния фокусирующей линзы можно различить три вида сварочных головок: короткофокусные, среднефокусные и длиннофокусные. К короткофокусным системам можно отнести системы с фокусным расстоянием до 200 мм. К среднефокусным — от 200–600 мм. К длиннофокусным — от 600 мм и выше.

Короткофокусные системы выгодно использовать для сварки тонкостенных изделий (до 2–3 мм), не требующих больших мощностей лазерного излучения. Процесс сварки в этом случае идет без образования значительных брызг и плазмы.

Среднефокусные системы используются для сварки толщин более 3 мм, в этом случае используются лазерные источники с большей мощностью и увеличение фокусного расстояния позволяет уменьшить риск попадания брызг и искр на оптические элементы сварочной головки.



## ООО НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ "РАПИД"

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

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

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

**394028, г. Воронеж, ул. Ильюшина, дом 3**

Тел. (4732) 51-67-49 Тел./факс (4732) 41-94-50

e-mail: [mail@npkrapid.ru](mailto:mail@npkrapid.ru), [npkrapid@yandex.ru](mailto:npkrapid@yandex.ru) <http://www.npkrapid.ru>



Длиннофокусные системы используются для сварки небольших толщин с применением волоконных лазеров мощностью до 10 кВт либо для сварки сверхбольших толщин с использованием лазеров, имеющих мощность до 100 кВт. Так, получила распространение технология удаленной лазерной сварки (рис. 14). Для этих целей специально разработаны мощные сканеры, позволяющие независимо от манипулятора производить запрограммированные движения лазерным лучом, что позволяет увеличить производительность процесса сварки. Технология нашла применение в автомобильной промышленности для сварки различных штампованных изделий.

#### КЛАССИФИКАЦИЯ ПО ТИПУ ЗАЩИТЫ СВАРНОГО ШВА ОТ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Обычно лазерную сварку волоконными лазерами осуществляют в среде защитного газа аргон, как наиболее дешевого инертного газа. Длина волны волоконных лазеров 1065–1085 нм не поглощается аргоном. Однако приповерхностная плазма все равно присутствует, т.к. во время сварки аргон смешивается с парами металла и происходит ионизация. При повышении мощности лазерного излучения (свыше 5 кВт) приповерхностная плазма увеличивается, прозрачная плазма для лазерного излучения волоконного лазера уменьшается из-за наличия различных примесей, что вносит видимые искажения в процесс фокусировки лазерного излучения.

Для подавления плазмы и увеличения стабильности лазерной сварки возможно применение различных смесей инертных газов: аргон + гелий. Добавление гелия позволяет уменьшить размер приповерхностной плазмы, снизить ее температуру и увеличить прозрачность для лазерного излучения, тем самым повысить стабильность процесса сварки.

Для решения узкоспециализированных задач, например, для увеличения глубины проплавления, производительности или для уменьшения вероятности появления количества дефектов в сварном шве добавляют активные газы: углекислоту, кислород, водород или азот.

Так, кислород, попадая в большом количестве в сварной шов, однозначно ухудшает прочность сварного шва, так как появляются оксиды, которые выпадают по границам зерен кристаллов, что в конечном счете увеличивает вероятность появления горячих и холодных трещин. Однако добавления кислорода в защитный газ в лимитированном размере позволяет стабилизировать парогозовый канал, в результате чего снижается количество внутренних дефектов в виде пор. Углекислота оказывает аналогичное влияние [15].

Небольшое количество азота в защитном газе на некоторых сталях, которые содержат такие легирующие элементы, как марганец, титан, молибден, оказывает положительное воздействие. Образование нитридов увеличивает прочность сварного шва с уменьшением пластичности.

Другим методом защиты сварного шва является применение сварочного флюса, который может использоваться сверху для защиты сварного шва от взаимодействия с окружающей средой, так и снизу в виде флюсовой подушки для поддержания жидкой ванны расплава и для защиты от окисления.

Также на неотвественных конструкциях при лазерной сварке защитный газ не применяется. Так, для сварки низкоуглеродистых сталей, используемых в автомобиль-

ной промышленности, для уменьшения себестоимости погонного метра сварки защита не применяется.

Следует также отметить, что лазерная сварка, также как и сварка электронным лучом, может производиться в вакууме. На рынке доступны станки для лазерной сварки трансмиссий автомобилей в вакууме [16]. Лазерный источник в этом случае работает как полноценная замена электронно-лучевой пушке. При этом не требуется обеспечивать глубокий вакуум.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Предложенная классификация лазерной сварки по восьми признакам позволяет упорядочить то многообразие технологических процессов, имеющих в области лазерной сварки.

2. Лазерная сварка на базе волоконных лазеров является гибким многообразным процессом, и в зависимости от поставленных задач могут применяться и разрабатываться новые способы сварки.

**Н. В. Грезев к.т.н., Е. М. Шамов, Ю. В. Маркушов**

#### Литература

1. DAVID A. BELFORTE Fiber lasers continue growth streak in 2014 laser market//Industrial laser solution.— 2015.— № 1.— С. 5–13.
2. Gapontsev V. et al. 2 kW CW ytterbium fiber laser with record diffraction-limited brightness//Lasers and Electro-Optics Europe, 2005. CLEO/Europe. 2005 Conference on.— IEEE, 2005.— С. 508.
3. Gapontsev V.P. et al. 100-kW ytterbium fiber laser//Optoelectronics' 99-Integrated Optoelectronic Devices.— International Society for Optics and Photonics, 1999.— С. 49–54.
4. Григорьянц А. Г., Шиганов И. Н., Мисуров А. И. Технологические процессы лазерной обработки.— М.: Изд-во МГТУ им. НЭ Баумана, 2008.
5. Технический отчет о проведении научно-исследовательской работы отдела лазерных технологий (103) сектор лазерной сварки ООО НТО «ИРЭ-Полюс».
6. Seffer O. et al. Laser-GMA hybrid welding of API 5L X70 with 23 mm plate thickness using 16 kW disk laser and two GMA welding power sources//Journal of Laser Applications.— 2014.— Т. 26.— №. 4.
7. Zhang X. et al. Welding of thick stainless steel plates up to 50 mm with high brightness lasers//Journal of Laser Applications.— 2011.— Т. 23.— №. 2.
8. Longfield N. et al. Improving laser welding efficiency//WELDING JOURNAL-NEW YORK.— 2007.— Т. 86.— №. 5.— С. 52.
9. Hayashi T. et al. Reduction mechanism of porosity in tandem twin-spot laser welding of stainless steel//Welding international.— 2003.— Т. 17.— №. 1.— С. 12–19.
10. Grigor'yants A. G. et al. Efficiency of the process of two-beam deep penetration laser welding//Welding International.— 2011.— Т. 25.— №. 03.— С. 188–195.
11. Hamasaki M. Welding method combining laser welding and MIG welding: пат. 4507540 США.— 1985.
12. Lahdo R. et al. GMA-laser Hybrid Welding of High-strength Fine-grain Structural Steel with an Inductive Preheating//Physics Procedia.— 2014.— Т. 56.— С. 637–645.
13. Siewert A., Krastel K. Fiber Laser Seam Stepper Replacing Resistance Spot-Welding//Laser Technik Journal.— 2014.— Т. 11.— №. 4.— С. 52–55.
14. Klinger J. Automotive Body Structure Assembly: Mass & Cost Saving Potential of Laser Welding Compared to Spot Welding.— 2012.
15. Z hao L. et al. Prevention of porosity by oxygen addition in fibre laser and fibre laser-GMA hybrid welding//Science and Technology of Welding and Joining.— 2014.— Т. 19.— №. 2.— С. 91–97.
16. Сайт компании Precision technology, INC. url: <http://www.ptreb.com/Vacuum-Laser-Welding-Systems/>.



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

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



## **КОМПЛЕКС ЛАЗЕРНОГО РАСКРОЯ МЕТАЛЛА КС «НАВИГАТОР»**

- Координатный стол с двумя сменными палетами и палетой для сбора технологических отходов
- Иттербиевый волоконный лазер до 4 квт
- Чиллер
- Компрессор ALBERT E 140/170
- Вентиляционная установка с внутренней установкой
- Программное обеспечение

МОДЕЛИ ЛАЗЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ

	КС-3В	КС-4В	КС-5В	КС-6В	КС-7В	КС-8В
<b>X, мм</b>	3050	4050	3750	7050	7050	9250
<b>Y, мм</b>	1550	1550	1550	2050	1550	2050
<b>Z, мм</b>	200	200	200	200	200	200
<b>Длина</b>	9800	12000	10000	15500	15500	21500
<b>Ширина</b>	2700	2700	2500	3500	3000	3500
<b>Высота</b>	2400	2400	2400	2800	2800	2800

# FL-WELD-R

## Установка лазерной сварки роботизированная

Модульность и масштабируемость системы

Использование волоконного лазера с КПД 40-45%

Возможность ведения сварки без затрат на присадочный материал

Ведение процесса сварки с глубоким проплавлением

Осуществление процесса без предварительных операций скоса кромок

Высокая производительность процесса соединения различных металлов толщиной от нескольких микрометров до десятков миллиметров



### ЛАЗЕРНАЯ СВАРКА

#### FL-WELD-T-PT

Установка лазерной сварки продольного шва



#### FL-WELD-P

Установка лазерной сварки портальная



#### LSS-2

Установка автоматической лазерной контактной сварки



ПРИГЛАШАЕМ ПОСЕТИТЬ НАШ СТЕНД  
НА ВЫСТАВКЕ "WELDEX - РОССВАРКА 2016"  
В ЦВК "СОКОЛЬНИКИ" 11-14 ОКТЯБРЯ  
ПАВИЛЬОН № 4.1 СТЕНД № В405

**weldex**  
россварка



Нейтральность лазерного луча  
к магнитным полям свариваемых  
изделий

Минимальные деформации сварных  
конструкций

Малые затраты энергии на единицу  
погонной длины шва

Легкая транспортировка лазерного  
луча в труднодоступные места

Высокая технологическая прочность  
сварных соединений

Малый объем расплавленного  
металла и незначительный размер  
зоны термического влияния

+7 (496) 255 74 46 / [sales@ntoire-polus.ru](mailto:sales@ntoire-polus.ru) / [www.ntoire-polus.ru](http://www.ntoire-polus.ru)

#### ЛАЗЕРНАЯ НАПЛАВКА

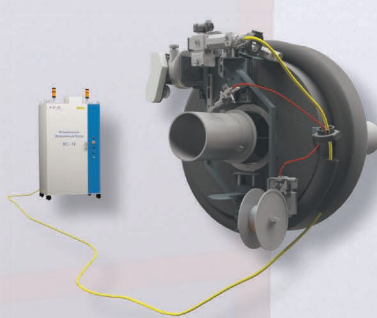
##### LSS-3

Установка ручной лазерной  
контактной сварки



##### FL-WELD-T-ORB

Установка орбитальной  
лазерной сварки труб



##### FL-CLAD-R

Установка лазерной  
наплавки технологическая  
роботизированная



# ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОМИМО ТРАДИЦИОННЫХ ПРИМЕНЕНИЙ АКТИВНО ИСПОЛЬЗУЮТСЯ И В АДДИТИВНЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ.

Сфокусированный электронный луч в технологических целях начали применять с конца 50-х годов прошлого века. При этом наиболее широкое применение электронно-лучевые технологии нашли в сварочной отрасли благодаря возможности получения высококачественных сварных соединений большой толщины за один проход.

Электронно-лучевая сварка (ЭЛС) по сравнению с другими способами может обеспечить преимущества по надежности получаемых конструкций и по экономическим показателям. Выгоды можно получить при внедрении в промышленное производство технологий сварки деталей большой толщины (сосуды высокого давления, роторы турбин и т.п.), при создании сварных комбинированных конструкций из разнородных металлов и сплавов (диафрагмы паровых турбин, биметаллические бандажи роторов электрических машин и т.п.), при изготовлении конструкций из тугоплавких материалов и соединении деталей в труднодоступных местах, а также в ряде других случаев.

Возросшие инвестиции в автоматизацию сварочного производства промышленно развитых стран предопределили дальнейшее развитие плазменной, лазерной и электронно-лучевой сварки. Особенно влияние этих мер ощущается в авиакосмической промышленности, судостроении, на предприятиях энергетического машиностроения и военно-промышленного комплекса.

Однако, как и 20 лет назад, при внедрении ЭЛС в промышленное производство имеется ряд проблем. Одна из них — высокая стоимость отечественного оборудования для электронно-лучевой сварки, не всегда сочетающаяся с его надежностью, поэтому ряд предприятий решает задачи внедрения путем импорта еще более дорогого зарубежного технологического оборудования таких фирм, как Sciackу (США), Evo Beam (США-Германия), Pro Beam (Германия), Steigerwald Strahltechnik (Германия), Focus (Германия) и других. Другая — дефицит высококвалифицированных специалистов, способных обслуживать сложные технологические комплексы и разрабатывать новые технологические процессы. К проблемам сегодняшнего дня также следует отнести отсутствие надежных методов управления качеством при изготовлении сварных конструкций.

Вместе с тем на ряде предприятий и в вузах сохранились островки отечественной научной и технологической школы, которые могут проводить исследования, разрабатывать оборудование и техпроцессы, а также внедрять их на отечественных предприятиях. Например, на кафедре Технологии металлов НИУ МЭИ, созданной пионером отрасли проф. д.т.н. Н.А. Ольшанским, с 1960-х годов ведутся фундаментальные и прикладные исследования по свариваемости различных материалов электронным лучом. Накоплен большой опыт эксплуатации электронно-лучевых комплексов отечественного и зарубежного производства. Изучены особенности эксплуатации электронно-лучевых пушек в условиях реальных технологических процессов сварки. Проведены научно-исследовательские работы в рамках федеральных программ по исследованию процессов взаимодействия мощных электронных пучков с материалами, по сварке разно-

родных материалов и созданию комбинированных конструкций, разработаны оборудование и технология для электронно-лучевой сварки деталей больших толщин. Кроме того, на кафедре не прекращались работы по разработке новых технологий электронно-лучевой сварки ответственных изделий из сталей различных структурных классов, титановых и алюминиевых сплавов, бронз и тугоплавких материалов в энергетической, аэрокосмической и военной отраслях. Проводятся работы по созданию энергетического комплекса для реализации экологически чистых технологий электронно-лучевой сварки изделий энергомашиностроения.

Также следует отметить появление отечественных предприятий, сумевших после длительной паузы в развитии электронно-лучевого оборудования консолидировать имеющиеся интеллектуальные и финансовые ресурсы для модернизации оборудования, разработки и организации производства новых электронно-лучевых установок. Например, фирма ТЭТА (Томск), изначально специализирующаяся на энергетических комплексах на основе электронных пушек с плазменным катодом, производит оборудование в широком диапазоне технических характеристик, в том числе с использованием пушек с термоэмиссионным катодом как прямонакальных, так и косвенного подогрева.

Кроме сварки электронные пучки сравнительно небольшой мощности применяются в различных технологических процессах наплавки, термической обработки, гравировки, перфорирования и др. особое внимание исследователей и промышленников. В последние годы привлекают аддитивные технологии, которые являются перспективным направлением для мелкосерийного или единичного производства. Эти технологии основаны на выращивании детали путем послойной подачи материала, который разогревается выше температуры плавления электронно-лучевой пушкой, лазером или плазмотроном, при этом коэффициент использования материала достигает 0.99 [1].

Технология многопроходной электронно-лучевой наплавки основана на использовании эффекта концентрации энергии электронного пучка в микрообъеме жидкометаллической ванны наплавляемого изделия, куда порошковым дозатором или механизмом подачи проволоки подается наплавочный материал. Большая скорость кристаллизации способствует формированию однородной мелкодисперсной структуры наплавленного слоя.

Этот метод производства деталей произвольных форм позволяет создавать из порошка металлические модели высокой плотности [2]. Изделия создаются на основе трехмерных цифровых моделей с настолько высокой точностью, что их механическая обработка и доводка практически не требуется. Современные производственные методы с использованием программного управления основываются на обработке трехмерной цифровой модели для создания алгоритмов, используемых в машинной обработке (в G кодах). Алгоритмы служат для определения траектории движения режущих инструментов в процессе создания готового изделия из заготовки. В случае электронно-лучевой наплавки процесс имеет прямо





Рис. 1. Лопатки с замкнутыми полостями

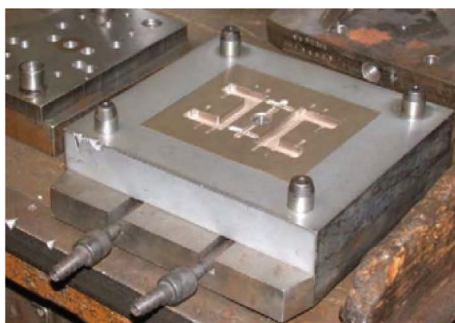
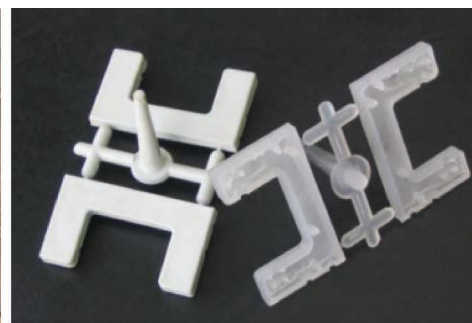


Рис. 2. Вставка для ТПА и отливки



противоположное направление: те же самые цифровые модели используются для выработки производственных алгоритмов, регулирующих не удаление лишней массы, а нанесение необходимого материала. Технология использует электронные излучатели высокой мощности в вакуумной камере для плавки металла. Электронный пучок передвигается по рабочей поверхности, повторяя контуры цифровой модели, в то время как металлическая проволока или порошок постепенно подается в точку фокусирования пучка. Расплавленный материал немедленно кристаллизуется, формируя прочные слои заданной модели. Процесс повторяется до построения цельной модели, требующей лишь минимальной обработки внешней поверхности. Технология электронно-лучевой наплавки позволяет создавать объекты размером от нескольких миллиметров до нескольких метров. Практические ограничения по объему построения накладываются физическими размерами вакуумной рабочей камеры и количеством доступного расходного материала. Благодаря работе в вакуумных рабочих камерах возможно построение моделей из материалов, активно взаимодействующих с газами атмосферы, например титаном. Расходные материалы состоят из металлического порошка без связующего наполнителя или проволоки, а готовые модели по своим свойствам не уступают изделиям, полученным традиционными способами [3].

Электронно-лучевая наплавка проводится при повышенных фоновых температурах, достигающих порядка 700–1000°C [4], что позволяет создавать детали, имеющие низкий уровень остаточных напряжений, вызываемых градиентом температур между охлажденными и горячими слоями [5]. Это позволяет изготавливать детали без дополнительной термической обработки.

Внедрение аддитивных технологий наиболее заметно в авиационной промышленности, судостроении, энергетическом машиностроении, а также стоматологии и восстановительной хирургии [7], так как электронно-лучевой

наплавкой достигается создание деталей с плотной однородной структурой, сложной геометрией, полужапанного качества с минимальными дополнительными затратами на материал заготовки. Можно вырастить также деталь с переменными по толщине свойствами материала (так называемые градиентные материалы), можно выращивать сетчатые конструкции, которые невозможно получить ни литьем, ни механической обработкой. Известно, что электронно-лучевая плавка используется зарубежными фирмами Boeing, Lockheed Martin, NASA Adler Ortho и Lima Corporate для получения медицинских имплантатов и деталей реактивных ракетных двигателей [8] (рис. 1).

Одним из перспективных направлений применения аддитивных технологий является изготовление технологической оснастки — приспособлений и инструментов для серийного производства. В частности, изготовление вставок для термопласт-автоматов (ТПА) (рис. 2) [9]. По этой причине в ряде случаев отпадает необходимость в дорогостоящей инструментальной оснастке, выдерживающей десятки и сотни тысяч циклов. Посредством аддитивных технологий можно сделать матрицу или пресс-форму из легкого сплава с меньшим ресурсом. Литейные пресс-формы также могут быть выращены вместе с каналами охлаждения произвольной конфигурации, что невозможно сделать при обычных методах механической обработки. Каналы охлаждения прокладываются в массиве формы так, как необходимо, а не так, как позволяют традиционные технологии.

Применение литейных форм с равномерным или регулируемым охлаждением позволяет сократить время пребывания отливки в форме до 30% (рис. 3).

Благодаря тому, что плавку материала производят в вакуумной камере, возможно работать как с конструкционными сталями, так и с жаропрочными и высоколегированными сплавами, цветными и другими металлами, в том числе с такими химически активными материа-

Томские Электронные Технологии

634526 г.Томск, д.Поскутово, ул.Советская,1а  
Телефон: (3822) 943-977. Факс: (3822) 943-076  
www.tetacom.ru e-mail: office@tetacom.ru



#### ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

- разработка и производство;
- модернизация существующего;
- создание технологий электронно-лучевой обработки изделий;
- монтажные и пусконаладочные работы;
- гарантийное и сервисное обслуживание.

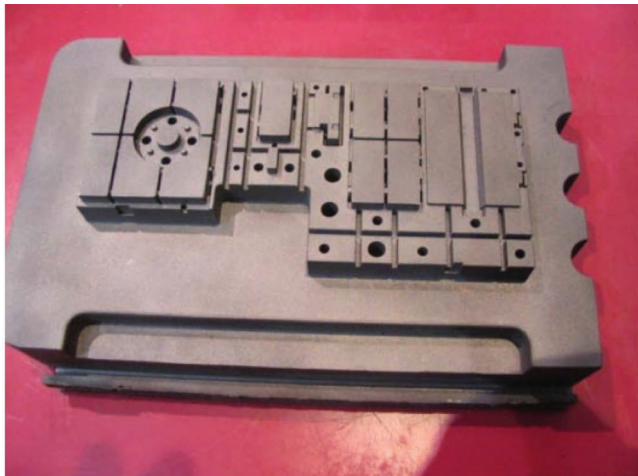


Рис. 3. Выращенная пресс-форма с внутренними каналами охлаждения



Рис. 4. Электронно-лучевая установка в аддитивном производстве

лами, как сплавы на основе титана и алюминия. Надо учесть, что электронно-лучевые установки не могут работать с материалами, которые не электропроводны при температуре плавления.

Помимо электронно-лучевых следует отметить активное развитие лазерных и плазменных аддитивных технологий, основными преимуществами которых является более низкая стоимость оборудования, а в случае лазерных технологий еще и более высокая точность за счет малого диаметра лазерного пучка, который может составлять несколько десятков микрон. При этом стоит отметить неоспоримое преимущество электронно-лучевых технологий — производительность, которая достигает 20 кг/ч за счет высокой скорости сканирования электронного пучка. Конечно, производительность зачастую ограничивается требуемой точностью изделия и имеющейся мощностью установки. Рабочие зоны установок могут иметь различные размеры, достигая 5700×1200×1200 мм (рис. 4).

В ближайшем будущем аддитивные технологии должны развиваться бурными темпами. Так, по заявлению руководства группы производства и технологии материалов компании General Electric, через 5 лет примерно половина деталей энергетических турбин и авиационных двигателей будет изготавливаться с помощью аддитивных технологий. В последние годы компания Boeing значительно увеличила номенклатуру деталей, изготавливаемых по аддитивным технологиям. Сейчас изготавливается более 25 тысяч деталей 300 наименований для 10 типов военных и коммерческих самолетов. По сообщениям представителей компании, Boeing планирует производить новый беспилотный самолет практически полностью по аддитивным технологиям.

В Китае 45 университетов и 20 исследовательских организаций работают в области лазерной техники, в частности, и для нужд аддитивных технологий. В области разработок по лазерному напылению индекс научного цитирования (SCI) публикации китайских специалистов в международных журналах составляют 43% [11].

Таким образом, в ближайшем будущем следует ожидать значительного увеличения объемов изделий, полученных с применением аддитивных электронно-лучевых технологий и переключения ведущих специалистов в области электронно-лучевой сварки и производителей

оборудования на развитие аддитивных технологий, совершенствование оборудования, повышение точности и механических свойств изделий.

**В. К. Драгунов, А. Л. Гончаров  
Е. В. Терентьев, М. Ф. Бузаев**

#### Литература

- Horn T. J., Harrysson O. L. A. Overview of current additive manufacturing technologies and selected applications. Science Progress 09/22/2012. Science Reviews 2000 Ltd. ISSN: 0036–8504 [Электронный ресурс] <http://www.freepatentsonline.com/article/Science-Progress/306753585.html>.
- Louvis E. et. Al. Selective laser melting of aluminium components. Journal of Materials Processing Technology. Volume 211, Issue 2, 1 February 2011, Pages 275–284. Department of Engineering, The University of Liverpool, Liverpool L69 3GH, United Kingdom.
- Robbie Adams, ION FUSION FORMATION, Pat. US 6,680,456 B2, Jan. 20, 2004.
- Sabina L. Campanelli et. al, Capabilities and Performances of the Selective Laser Melting Process. Polytechnic of Bari, Department of Management and Mechanical Engineering, Viale Japigia, 182 Italy [Электронный ресурс], Режим доступа: <http://cdn.intechweb.org/pdfs/12285.pdf>.
- Безобразов Ю. А. и др. Анализ структуры образцов, полученных DMLS- и SLM-методами быстрого прототипирования. СПбГПУ.
- Tsantrizos P. G. et. al. Method of production of metal and ceramic powders by plasma atomization. Pat. US № 5707419.
- Techel A. et al., Laser Additive Manufacturing of Turbine Components, Precisely and Repeatable. Fraunhofer Institute for Material and Beam Technology (IWS), интернет-издание Laser Institute of America.
- Hohmann M., Brooks G., Spiegelhauer C. Production methods and applications for highquality metal powders and sprayformed products. Produktionsmethoden und Anwendungen für qualitativ hochwertige Metallpulver und spruhkompaktierte Halbzeuge. Stahl und Eisen 125 (2005) № 4.
- Довбыш В. М., Забеднов П. В., Зленко М. А. Аддитивные технологии и изделия из металла [Электронный ресурс] <http://tinyurl.com/pgxrqn>.
- Beyer E. New Industrial Systems & Concepts for Highest Laser Cladding Efficiency. Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik. MAY 6, 2011 in LASER CLADDING, LASER MANUFACTURING [Электронный ресурс] <http://www.lia.org/blog/2011/05/high-performance-laser-cladding>.
- Minlin Zhong. Overview of Laser Additive Manufacturing in China. Tsinghua University [Электронный ресурс] <http://www.lia.org/blog/2011/05/overview-of-laser-additivemanufacturing-in-china/>.

## О КОНКУРЕНЦИИ, ЗАКУПКАХ И ГОСПОДДЕРЖКЕ

ООО «Плазмаш» специализируется на разработке и производстве оборудования плазменной и газо-термической резки металлов. На вопросы редакции журнала «Ритм машиностроение» ответила заместитель генерального директора Ирина Комарова.

### Изменился ли рынок, на который вы работаете, за последние два года?

Машиностроительный рынок в последние годы стал очень нестабильным. Он одним из первых реагирует на кризисные явления в нашей стране. Немного улучшает ситуацию проводимая политика замещения импорта и высокий курс иностранной валюты, который позволяет конкурировать отечественным компаниям с китайскими производителями.

О конкуренции немного подробнее: еще одной особенностью сегодняшнего рынка, с которой мы сталкиваемся все чаще, это несовершенство законодательства и сложившейся практики в области закупок. Централизованность закупок крупных корпораций и государства через московские представительства, оторванность предъявляемых к продукции требований от реальных нужд производства, невозможность продажи товара, начиная с самых малых объемов без тендерной системы, — все это приводит к бесполезной трате времени, средств и сил, как со стороны производителей, так и со стороны потребителей. Исполнители, непосредственно проводящие тендеры, чаще всего не знают, что необходимо на местах. Они ориентируются только на цену и не вникают в особенности и характеристики закупаемого оборудования, вынуждая отечественных производителей конкурировать с дешевой китайской продукцией, уничтожая рынок качественного отечественного, да и не только, промышленного оборудования. Кроме этого, и сам конечный потребитель очень часто получает совсем не то, что ему реально необходимо.

Но и в этих условиях ООО «Плазмаш» старается развиваться, расширять ассортимент и улучшать качество выпускаемой продукции.

### Какие правки в производственную программу предприятия вы вносите в сложившейся ситуации?

Мы серийно выпускаем, если можно так сказать, «классическое» оборудование, поскольку оно многие годы пользуется стабильным спросом в различных отраслях промышленности. Вместе с этим мы каждый год предлагаем покупателям новые варианты машин с учетом меняющихся потребностей рынка, и, конечно же, изготавливаем оборудование по техническому заданию заказчика. Наша компания старается соответствовать самым жестким требованиям, предъявляемым современным рынком к производителям отечественного оборудования. Одна из актуальных задач на ближайшее будущее для нашего предприятия — это выход к концу 2017 года на международный рынок с производимым нами оборудованием, не уступающим по техническим характеристикам аналогичной продукции импортного производства при конкурентоспособной стоимости.

### Какая поддержка со стороны государства нужна для развития российской промышленности прежде всего?

От государства хотелось бы получить поддержку во многих аспектах деятельности, но, в первую очередь в части налогов для производителей продукции. Другим вопросом государственного регулирования остается вопрос даже не слишком высоких процентов при кредитовании предприятий, а вообще возможностью такого кредитования при существующих требованиях банков.

### Что для вашей компании важно для достижения успеха?

Для достижения успеха нужно поставить цель и планомерно идти к ней. Для этого нужно быть готовым к переменам и находиться всегда в активных действиях, ну и верить, что кризис — это временный момент в нашей деятельности.



ООО «Плазмаш» –  
 конструирование, производство  
 и поставка аппаратов и машин  
 термической резки металлов разработка  
 технологий резки металлов, согласно техническим  
 требованиям заказчика, подготовка управляющих  
 программ для машин термической резки с ЧПУ, а также  
 модернизация и наладка машин плазменной и газокислородной резки.

127566, Москва  
 Бестужевых, 14 А  
 тел. +7 (495) 661-35-80  
 факс +7 (495) 661-21-55  
[www.plazmamash.ru](http://www.plazmamash.ru)  
[plazma@plazmamash.ru](mailto:plazma@plazmamash.ru)

# ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПЛАЗМЕННОЙ РЕЗКИ

ЗА КАЖУЩЕЙСЯ ПРОСТОТОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЛАЗМЕННОЙ РЕЗКИ СКРЫВАЮТСЯ БОЛЬШИЕ ВОЗМОЖНОСТИ, ИЗУЧЕНИЕ КОТОРЫХ ПОЗВОЛИТ ПРИМЕНЯТЬ ЕЕ МАКСИМАЛЬНО ЭФФЕКТИВНО.

Автоматическая плазменная резка, особенно для порталных машин с ЧПУ, уже давно стала чем-то привычным. Однако, как именно происходит процесс и какие факторы в цикле резки могут существенно влиять на качество реза, производительность и срок службы расходников, многим пользователям не известно.

Вероятно первое, на что обращают внимание на детали после плазменной резки — это качество кромки реза, особенно параметр, который по научному называется «отклонение от перпендикулярности» (по ГОСТ 14792-80) или «угловатость» (по ISO 9013:2002), а обычные люди называют «косиной реза». Характер и величина этого отклонения в разных частях вырезанной детали могут рассказать о многом. Самые простые случаи:

1. Плазматрон не перпендикулярен разрезаемому листу. Винават либо оператор, который не проверил положение плазматрона, либо кривой раскройный стол;

2. Выбрано неверное направление обхода контура при резке. В большинстве современных плазматронов, более перпендикулярный рез расположен справа от резака. Поэтому для внешнего контура правильным будет движение по часовой стрелке (рис. 1а), а для отверстий против часовой стрелки (рис. 1б);

3. Применен неверный комплект расходных частей плазматрона;

4. Применены неверные технологические параметры резки: скорость, давление газов;

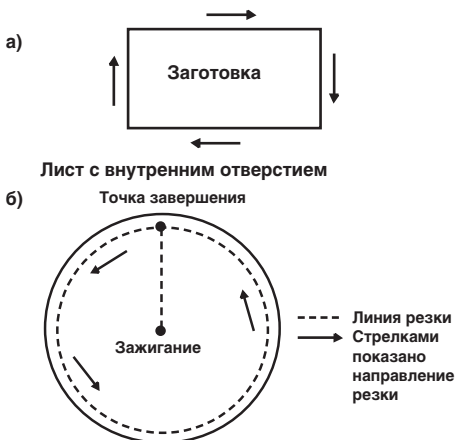


Рис. 1. Выбор направления движения обхода: а — для внешнего контура, б — для отверстий

5. Неверная высота резака над металлом при резке.

На последнем пункте остановимся подробнее, поскольку параметр этот не так прост, как кажется.

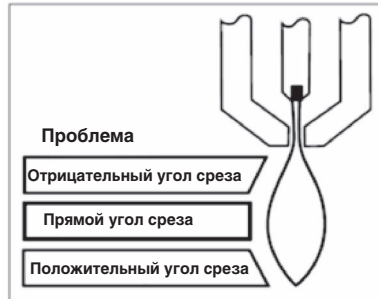


Рис. 2. Зависимость угла реза от высоты плазматрона

Наглядно суть влияния высоты плазматрона над разрезаемым металлом видна на рис. 2, 3. Для качественной резки требуется получить среднее положение, в противном случае плазматрон либо выше, либо ниже нужного положения. При автоматической плазменной резке высота положения резака над листом — это параметр, который задается в управляющей программе. Чаще всего он выдается производителями плазменных систем резки в инструкциях по эксплуатации, а уже производители порталных машин с ЧПУ вносят их в базы данных ПО ЧПУ.

Все было бы хорошо, если бы не эффект выгорания электрода, при котором плазменная дуга поднимается внутрь плазматрона, что соответствует поднятению плазматрона над листом. Следовательно, для компенсации эффекта выгорания электрода нужно опустить плазматрон вниз.

Традиционная плазма:

- Высота положения плазматрона уменьшается по мере выгорания электрода:
- Качество реза ухудшается по мере износа электрода
- Плазматрон приближается к металлу вплоть до аварийного соприкосновения



Рис. 3. Изменение высоты плазматрона от износа электрода

На рис. 4 показана последовательность действий, чтобы обеспечить точное положение плазматрона над листом и компенсировать эффект выгорания электрода.

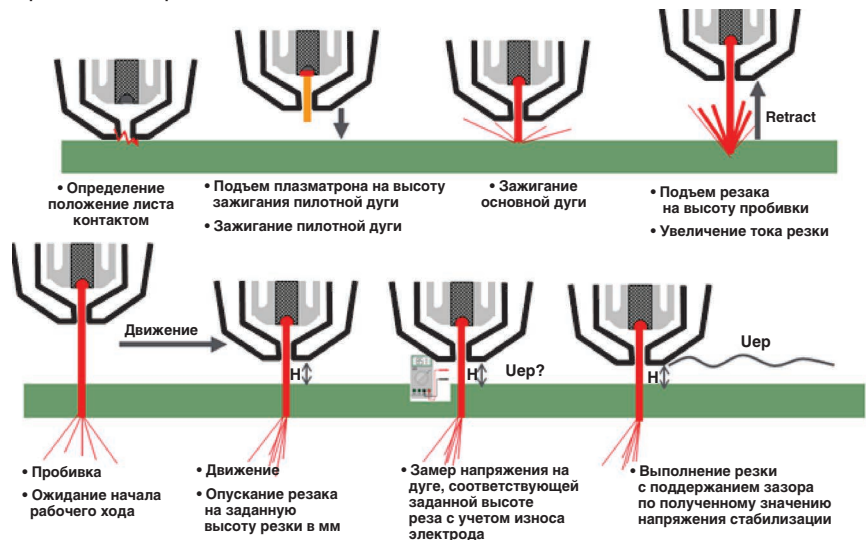


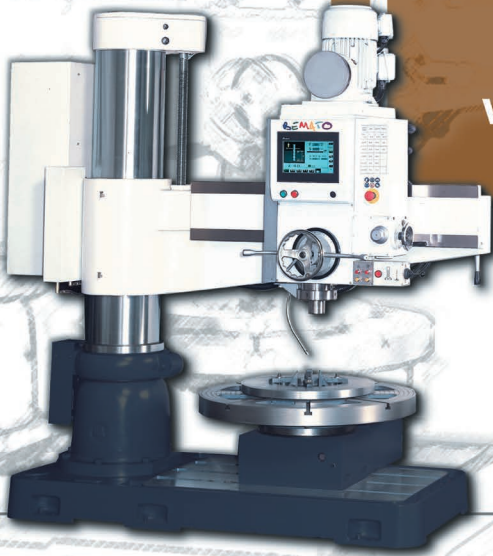
Рис. 4. Операций для компенсации эффекта выгорания электрода

# БЕМАТО®

Боремся за Сервис и  
Удовлетворение с

1976 года

[www.e-bemato.com](http://www.e-bemato.com)



## •BMT 1700NCT

RADIAL DRILLING MACHINE  
NC CONTROL + ROTARY TABLE

Радиально-сверлильный станок  
с ЧПУ + поворотный стол

- Радиально-сверлильный станок с ЧПУ с поворотным столом (опционально)
- Непрерывное автоматическое сверление
- 10-ти дюймовый сенсорный экран, дружелюбный интерфейс
- Цифровая индикация глубины механической обработки
- Высокая точность в 0.20 мм
- Высокая производительность
- Экономичная замена большому обрабатывающему центру
- Регулировка нагрузки крутящего момента для обеспечения безопасности



## •BMT 430SEDM-ZNC

ELECTRICAL DISCHARGE MACHINE

Электроэрозионный станок

- IPC CPU процессор, 32 бит, CF 128 Мб, 15" LCD-дисплей, стандартная линейная шкала с разрешением 5 нм.
- Контроль и быстрое гашение неправильного формирования волны дуги обеспечивает безопасность обработки и качество формы
- Новое поколение FUZZY с интеллектуальной функцией редактирования. Позволяет автоматически редактировать параметры механической обработки, глубины механической обработки на каждом этапе.
- Будет доступен с орбитальным держателем электрода (держателем электрода для орбитальной обработки) для установки (апгрейда) ОВ функции (СОС-280 опционально).
- Модуль обработки супертвердых материалов (видимо, генераторный модуль – электронная плата) обеспечивает обработку для вольфрамосодержащих сталей и титановых сплавов (опционально)



## •BMT 3020CHM / BMT 4020CHM BMT 5020CHM / BMT 6020CHM

VERTICAL MILLING MACHINE (DOUBLE COLUMN)

Вертикальный двухколонный  
фрезерный обрабатывающий центр

# BENIGN ENTERPRISE Co., LTD.

SUITE 4, 5F., NO. 20, TA-LONG ROAD, TAICHUNG, TAIWAN

TEL: +886-4-23233016

FAX: +886-4-23232826 / +886-4-23238341

E-mail: [service@e-bemato.com](mailto:service@e-bemato.com)



Производители плазменных систем называют этот процесс по-разному, но суть от этого не меняется. Надо только помнить, что сами по себе плазменные системы не способны на это без исполнительного механизма, управляемого по заложенному алгоритму, перемещающего плазменный резак. В большинстве случаев эту работу выполняет ЧПУ машины термической резки, но есть варианты применения умного суппорта (как правило того же производителя, что и основной плазмы).

Зачастую приходится сталкиваться с тем, что операторы автоматизированной плазменной резки не знают всю последовательность шагов в работе плазмы, какие параметры наиболее важны на каждом шаге, как предыдущий шаг влияет на последующий, какие параметры доступны для корректировки и к чему приводят изменения предварительно установленных констант.

Итак, стараясь обеспечить стабильное качество реза ограничиваемого геометрическими параметрами плазматрона и эффектом выгорания электрода, разработчики комплексов плазменной резки сумели найти оригинальное и простое решение. У описанной выше технологии оказалось несколько положительных побочных эффектов.

Возможность управлять работой электрода в процессе его износа стала одним из факторов, которые привели не только к прогнозированию остаточного ресурса электрода, но и фактическому мониторингу момента его полного выгорания. Полное выгорание электрода приводит к значительным повреждениям в плазматроне и является одним из худших вариантов аварии.

Мы настолько привыкли к плазменным системам резки, что стали забывать, что они разные. Существуют несколько основных типов плазматронов (рис. 5):

1. Одногазовые с воздушным охлаждением;
2. Одногазовые с водяным охлаждением;
3. С дополнительным вихревым газом (водяное охлаждение);
4. С дополнительным вихревым газом для подводной резки;
5. С дополнительным впрыском воды (взамен вихревого газа).

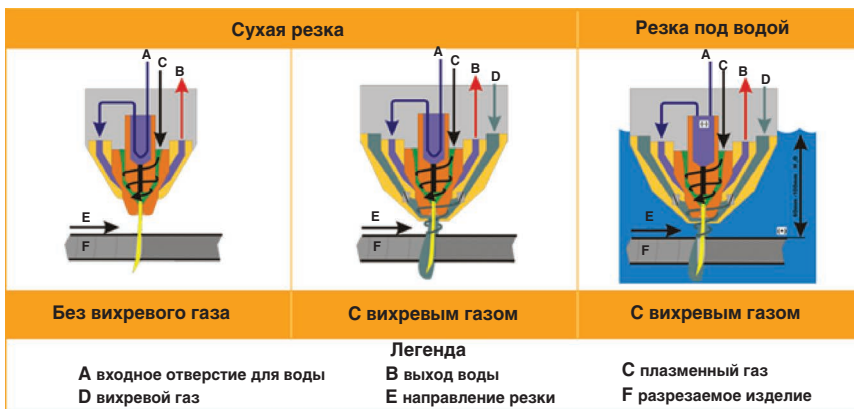


Рис. 5. Виды плазменной резки

Первый тип применяется в основном для ручных систем резки и для механизированных установок с ЧПУ и без, где не требуется высокое качество резки, но требуется дешевое оборудование. Фактически конструкция этих плазматронов — это то, с чего начиналась плазменная резка.

Задача плазмообразующего газа не только стать телом плазменной дуги, но и при истечении через сопло сохранить соосное телу плазматрона положение плазменного шнура. Обычное завихрение позволяет стабилизировать сжатую дугу подобно эффекту торнадо. К тому же наружный, холодный слой плазмообразующего газа, омывая столб дуги, охлаждает и сжимает его. Однако для качественной резки этого недостаточно.

Второй тип — это по-прежнему класс дешевого оборудования, но с большей продолжительностью включения для промышленного интенсивного использования.

Третий и четвертый тип сегодня практически идентичны по конструкции, но отличаются технологическими параметрами: ток резки, напряжение, скорость резки, типы и расходы газов. С помощью дополнительного вихревого газа достигается наибольшее обжатие дуги, что положительно сказывается на энергетическом КПД процесса резки, уменьшается количество отхода (рез уже), увеличивается толщина обрабатываемых металлов.

Хотя эти типы плазматронов существуют уже достаточно давно, новый импульс к улучшению их технологических возможностей придало применение различных газов и их комбинаций в качестве плазмообразующих и защитных газов. В частности, кислородная плазменная резка обеспечивает великолепный результат по отсутствию грата при резке черных сталей. Применение арго-водородных смесей кардинально улучшило качество резки нержавеющей сталей и значительно увеличило максимальную толщину резки (до 160 мм).

На сегодняшний день плазменные системы с дополнительным вихревым газом — самый распространенный промышленный вариант, обеспечивающий наилучшие технологические характеристики резания.

Пятый тип с точки зрения конструкции и технологических возможностей явно должен был затмить конструкции с дополнительным вихревым газом, но этого не произошло. Фактически водоижекционная технология для плазменной резки применяется только для материалов с повышенной теплоемкостью: нержавеющая сталь, алюминий. Дело в том, что при водяной стабилизации возможно достигнуть наиболее высокой степени сжатия и температуры столба дуги (50–70 тыс. К).

Однако присутствие паров воды вблизи катодной области приводит к интенсивному сгоранию электродов из любых материалов. Эта технология также требует хорошего качества воды, что не всегда возможно обеспечить.

Технология плазменной резки за кажущейся простотой и очевидностью все еще скрывает многое из того, что при должном изучении позволит применять ее максимально эффективно и безопасно.

Автор выражает, благодарность компаниям «Hypertherm» (США), «Kjellberg» (Германия) и «AIR LIQIDE» (Франция) за предоставленные материалы.

**Директор ООО «АВТОГЕНМАШ»**  
**Владимир Александрович Кольченко**  
[www.autogenmash.ru](http://www.autogenmash.ru)  
 (4822) 32-86-55



# СЕРИЯ АНХ

## НОВАЯ ПЛАСТИНА АНХ440S, МЕНЬШАЯ ПО РАЗМЕРУ НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ ТОРЦЕВЫХ ФРЕЗ



**MITSUBISHI**  
MITSUBISHI MATERIALS

Полная серия фрез АНХ640 плюс новые АНХ440S меньшего размера, доступные для небольших станков. Полная универсальность – сплавы и стружколомы для обработки стали, нержавеющей стали, чугуна и закаленных материалов.

Уникальные семиугольные двусторонние пластины, обеспечивающие экономичность с 14-ю режущими кромками.

Увеличение толщины пластины для жесткости и надежности.

**MMC Hardmetal OOO LTD.**

A Group Company of **MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION**

107023, Россия, Москва, ул. Электrozаводская, д.24, стр.3

Тел.: +7 (495) 725 58 85 / Факс: +7 (495) 981 39 73

[www.mmc-hardmetal.com](http://www.mmc-hardmetal.com)

Узнайте больше  
на нашем микросайте

[www.mmc-hardmetal.com](http://www.mmc-hardmetal.com)

# ПЛАЗМЕННЫЙ РАСКРОЙ ТОЛСТЫХ ЗАГОТОВОК

Процесс тепловой резки подразумевает разделение заготовок не режущим инструментом, а локальным источником высокой температуры. В случае плазменной резки источниками тепла являются электрическая дуга и ионизированная этой дугой газовая плазма. Электрическая дуга замыкается на поверхности заготовки и плавит металл, проходящий через сопло газ выдувает расплавленный металл из полости реза, таким образом части заготовки отделяются друг от друга и формируется боковая стенка заготовки (рис. 1).

При толщине материала менее 16 мм этот процесс протекает штатно. В случаях если врезка происходит на поверхности листов более 16 мм, возникают негативные с эксплуатационной точки зрения явления. Полость реза не формируется мгновенно, электрическая дуга замыкается на верхнюю часть заготовки и начинает плавить металл. Газ выдувает расплавленный металл вверх, после удаления некоторого количества материала образуется входной кратер — не сквозная полость реза, в кратере дуга замыкается уже на боковую стенку, удаление расплавленного материала всё еще происходит вверх до тех пор, пока вся толщина металла не будет проплавлена полностью. Таким образом образуется типичная полость реза, из которой расплавленный металл удаляется вниз. Длительность

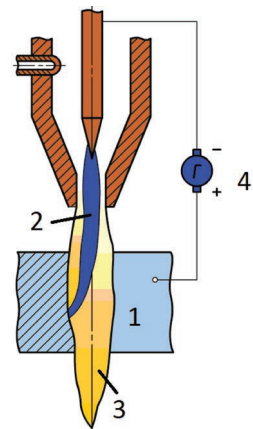


Рис. 1. Формирование кромки реза: 1 — заготовка, 2 — электрическая дуга, 3 — факел плазмы, 4 — генератор тока.

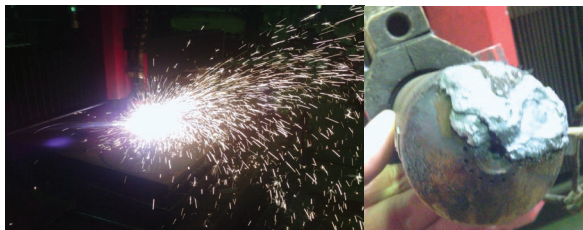


Рис. 2. Удаление расплавленного металла из входного кратера и состояние колпачка после этого

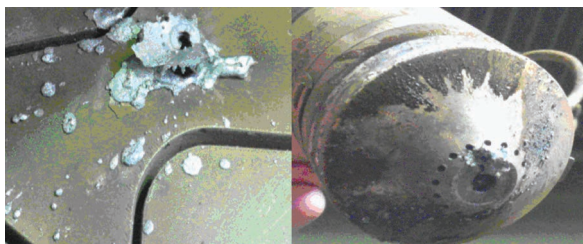


Рис. 3. Застывший шлак, повторяющий форму защитного колпачка



Рис. 4. Повреждения защитного колпачка после удаления застывшего шлака

перехода от кратера до нормальной полости реза может занять 3–7 секунд, и этого времени хватит, чтобы повредить комплектующие плазматрона (рис. 2–4).

Чтобы минимизировать последствия этого негативного явления, был разработан алгоритм действий, позволяющий прожигать толстые заготовки с минимальными последствиями. Во-первых, следует увеличить время задержки на перфорацию — это время, за которое плазматрон прожигает входное отверстие. И увеличить при прожиге силу тока дуги и давление газа на 15–20% от рекомендованных производителем значений для конкретной толщины заготовки. Во-вторых, следует использовать защитное покрытие для колпачка, приемлемые результаты показали силиконовая смазка и спрей для полуавтоматических сварочных аппаратов. В-третьих, формирование сквозной полости реза следует производить за несколько прожигов. Таким образом на колпачок будет выплескиваться меньше расплавленного шлака за раз.

Следует учесть, что после первого прожига на входное отверстие следует уложить кусочек металла толщиной 1 мм или плоский кусочек шлака (рис. 5). Это необходимо, чтобы дуга замыкалась на горизонтальную поверхность, образованную подложенным материалом, а затем перескакивала на дно кратера и продолжала плавить заготовку в глубину. Иначе дуга замкнулась бы на стенку, расширяя, а не углубляя его (рис. 6).



Рис. 5. а) первичный кратер, б) подкладка материала, в) сквозная полость реза



Рис. 6. Деталь раскроенная тремя различными способами

На левой детали отчетливо виден неприемлемо большой кратер, перекрывающий геометрию детали, средняя деталь вырезана методом, описанным выше, крайняя правая деталь вырезана с торца заготовки и имеет самый чистый вход.

На рис. 7 приведен пример хорошего исполнения метода постепенного формирования точки прожига.



Рис. 7. Деталь, вырезанная методом постепенного формирования точки прожига

Денис Каменев  
e-mail: kamenev\_d@mail.ru



# КТО ЗНАЕТ ЦЕЛЬ, ТОТ ОБЛАДАЕТ ВОЛЕЙ

Компания «Астринсплав СК» — единственное в своем роде предприятие, которое производит электродные сплавы для всех групп свариваемых материалов, основываясь на опыте советских ученых и собственных разработок. На вопросы журнала ответил генеральный директор компании Эдуард Павлович Бляндур.

## На производстве какой продукции специализируется ваша компания?

Наше предприятие занимается производством низколегированных жаропрочных медных сплавов, которые используются в основном в качестве материалов для изготовления электродов сварки сопротивлением: контактной точечной, шовной, рельефной, стыковой сварки. Сплавы БрХ, БрХ1Цр, БрНХК(ф), МНБ и др. давно известны специалистам и эффективно работают при сварке различных групп свариваемых материалов.

## Какая отрасль для вас основной потребитель?

Основными потребителями выступали автомобильные заводы, которые влияли на объем литья. В период массового производства автомобилей в советское время потребности только электродов из БрХ1Цр оценивались в 400 тн/год. Сегодняшние реалии таковы, что из-за падения производства, перехода на более экономичную конструкцию электродов и новые сплавы объем рынка снизился в разы. Эта тенденция сохраняется и в других странах.

## Каковы требования заказчика к продукции?

Основные требования — это соответствие заявленным характеристикам: твердость, электропроводность (теплопроводность), механические свойства, геометрические размеры, в случае изготовления изделий по чертежам заказчика.

## Вы чувствуете поддержку со стороны государства?

Сейчас очень «модными» становятся технопарки

различного уровня и направления. Это инициатива государства. Думаю, что при правильном подходе из этого можно получить положительный результат. Поддержка нужна всегда, и от государства в первую очередь. Сегодня в каждом регионе имеются программы поддержки малых предприятий. Несколько лет подряд мы участвовали в них, получая возмещения по отдельным статьям. Это реальная работа.

## Какие задачи «максимум» стоят перед Вашей компанией?

«Кто знает цель, тот обладает волей», — как сказал мудрец. Только движение вперед и вверх приносит результаты. Такая позиция сама собой выстраивает планы.

Среди первоочередных задач — освоение новых сплавов, для расширения ассортимента продукции. Поиск новых областей применимости материалов. Уже сейчас их более 2-х десятков. Надо отметить, что мы занимаемся не продажей, а, в первую очередь, внедрением наших сплавов на различные предприятия, проходя через долгий период сравнительных испытаний, доказывая эффективность их использования.

## Каковы на Ваш взгляд составляющие успеха компании?

Для успешного развития всегда нужны идеи! Они могут быть революционными, тогда Вы окажетесь на острие и получите скорый ответ. Точно не обойтись и без финансирования. Необходимо более совершенное и производительное оборудование, для повышения выхода годного и снижения себестоимости. Без этих шагов конкуренты из Китая займут вашу долю на рынке. Людские ресурсы — все дело в кадрах. На мой взгляд, это еще один момент, который нельзя упускать из виду для поступательного движения вперед.



## ПРОИЗВОДИМЫЕ СПЛАВЫ

БрХ, БрХЦр, БрНХК(ф) (вместо БрНБТ), АКН, БрКН1-3, МНБ, Сплав 335, БрОЦ4-3, ЛОК59-1-0,3, БрАЖ9-4, БрАЖНМц9-4-4-1, МНЖКТ, БрКМц3-1 и др.

## НАША ПРОДУКЦИЯ

поковки, прутки, профили, плиты, листы, ленты, проволока, электроды контактной сварки для всех типов машин, готовые изделия по чертежу заказчика.

**Астринсплав СК**

Наши материалы эффективно работают в сварке сеток и арматуры, рельсов, цепей, колесных дисков, стальных и нержавеющей листов, полос и лент.

## НОВЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

- Оребрение и экспандирование труб
- Поршни машин для литья алюминия под давлением
- Арматура контактной сети
- Искробезопасный инструмент – искробезопасный сплав АКН (протокол ИЛ ЦСВЭ № 358.3.2010)
- Бандажи установок для получения аморфных лент
- Контактная сварка титана

## НОВИНКА

Сплав 400 – контактная сварка легких сплавов (вместо БрКд, БрКдХ, БрХЦр-А)

Литье по выплавляемым моделям из М1, М1Е, БрА9ЖЗЛ и др.



Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 7, литер А, оф. 505 Тел: (812) 635-7309, 635-7310  
e-mail: [assk@assk.ru](mailto:assk@assk.ru), site: [www.assk.ru](http://www.assk.ru)

**8-11**  
**ноября**

Москва, ВДНХ, павильон 75



22-я Международная  
промышленная выставка

# МЕТАЛЛ ЭКСПО'2016

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



Металлопродукция  
и металлоконструкции  
для строительной отрасли  
**МеталлСтройФорум'2016**



Оборудование и технологии  
для металлургии и  
металлообработки  
**МеталлургМаш'2016**



Транспортные  
и логистические услуги  
для предприятий ГК  
**МеталлТрансЛогистик'2016**



Генеральный информационный партнер:  
специализированный журнал  
«Металлоснабжение и сбыт»

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

# 7-9 декабря КАЗАНЬ-2016

ОАО «Казанская ярмарка»  
Тел/факс: (843) 570-51-26,  
570-51-11-круглосуточно  
Россия, 420059, г. Казань,  
Оренбургский тракт, 8  
E-mail: d9@expokazan.ru  
[www.expomach.ru](http://www.expomach.ru),  
[www.svarkaexpo.ru](http://www.svarkaexpo.ru),  
[www.expokazan.ru](http://www.expokazan.ru)

ОРГАНИЗАТОРЫ  
Министерство промышленности и торговли Республики Татарстан,  
Ассоциация предприятий и предпринимателей Республики Татарстан,  
Мэрия города Казани,  
ОАО «Казанская ярмарка»

При поддержке Президента и Правительства Республики Татарстан

16-я международная специализированная выставка  
**Машиностроение.  
Металлообработка.  
Казань**

11-я специализированная выставка  
**ТехноСварка  
Казань**



ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ  
ПАЛАТА РЕГИОНА ЗАКАМЬЕ



ВЫСТАВОЧНОЕ  
ПРЕДПРИЯТИЕ ЭКСПО-КАМА

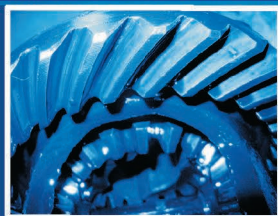
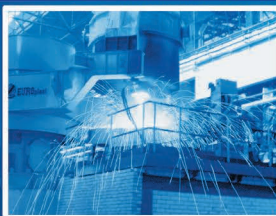
# 15-17 февраля



ВСЕРОССИЙСКИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ:

**МАШИНОСТРОЕНИЕ. МЕТАЛЛООБРАБОТКА.  
МЕТАЛЛУРГИЯ. СВАРКА-2017  
СТАНКОСТРОЕНИЕ-2017**

В РАМКАХ XII КАМСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ФОРУМА - ПЕРВЫЙ ЭТАП



Республика Татарстан, г. Набережные Челны, пр. Автозаводский,  
район Форт Диалога, Выставочный центр ЭКСПО-КАМА  
Тел./факс: (8552) 47-01-02, e-mail: [expokama1@bk.ru](mailto:expokama1@bk.ru)

ОРГКОМИТЕТ <http://www.expokama.ru>

12+



МИНПРОМТОРГ  
РОССИИ



Ufi  
Approved  
Event



IR  
Expo Rating

# МЕТАЛЛООБРАБОТКА

15–19.05.2017

18-я международная  
специализированная выставка

 **ЭКСПОЦЕНТР**

Организаторы:



При поддержке:

- Министерства промышленности и торговли РФ
- Союза машиностроителей России

Под патронатом Торгово-промышленной палаты РФ

Реклама

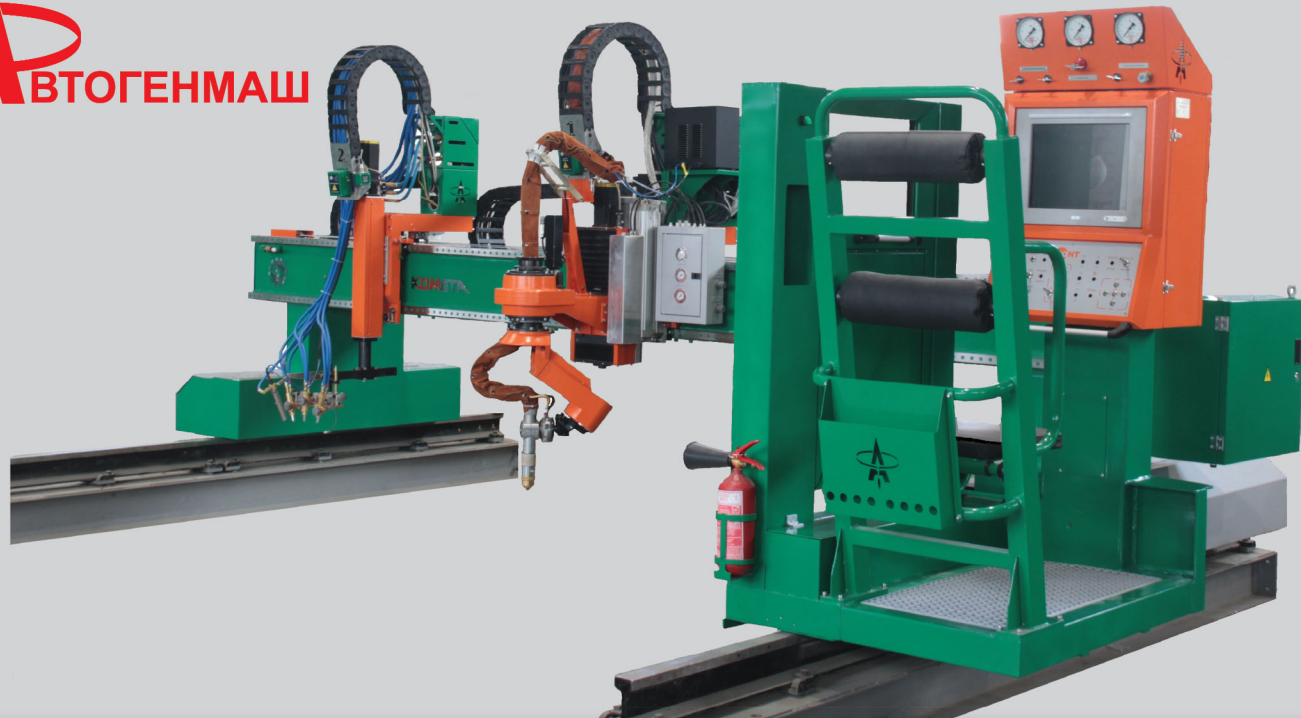


12+



Россия, Москва, ЦВК «Экспоцентр»

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



## Производство

Комплексов для лазерной резки **ZENIT**

Машин для термической резки **«Комета»**, **«Pilot»**

Машин для термической резки **«Комета»** с возможностью резки фаски под сварку

Комплексов термической резки листового проката и фигурной плазменной резки труб **«Комета»**

Машин для гидроабразивной резки **«Марина»**

Машин для плазменной резки **«Метеор»**

Машин переносных **«Радуга М»**, газорезущих по копиру **«АСШ-70М»**

Насосов для сжиженных газов серии НСГ производительностью от 90 до 700 л/час

Теплообменников-ожижителей, влагоотделителей, газификаторов, испарителей, турбодетан

## Поставка

Машинных аппаратов плазменной резки фирм «Hypertherm», «Victor», «Kjellberg», российских УПР 4011-1

## Капитальный ремонт

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

Россия, 170028, г. Тверь, ул. Коминтерна, дом 99  
Тел.: (4822) 32-86-44, 32-86-55, факс (4822) 32-86-33  
E-mail: mail@autogenmash.ru

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



**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.**

# МАШИНЫ ТЕПЛОВОЙ РЕЗКИ

## OmniMat®

# MESSER

Cutting Systems  
since 1898



**ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО ФИРМЫ**  
Т +7 495 564 86 80  
Т +7 495 771 74 12  
Ф +7 495 564 86 82  
messenger@messer-cs.ru  
http://www.messer-cs.ru/ru/

зап. части

сервис

разметка

маркировка

резка фасок

автоген

лазер

плазма

технология

машины