



# ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЕВРОПЕЙСКИХ ФИРМ

В Европе наиболее известными фирмами, производящими ЭЭ оборудование, являются **GF AgieCharmilles** (Швейцария), **EXERON**, **OPS-INGERSOLL Funkenerosionstechnik GmbH**, **Heup GmbH**, **Zimmer + Kreim GmbH & Co. KG**, **Knuth Werkzeugmaschinen GmbH** и **ELOTHERM** (Германия), **ONA electroerosion** (Испания), **CDM Rovella S. p. A.** (Италия) и др. Рассмотрим модели предлагаемого оборудования.

Фирма **GF AgieCharmilles** (Швейцария) представляет ряд моделей ЭЭ станков (фирмы Agie-Charmilles), а также станков для фрезерования фирмы Mikron. Это определено тем, что 1 июля 2007 года GF AgieCharmilles объявила о слиянии производителей Agie-Charmilles и Mikron под единым брендом GF AgieCharmilles (концерн GEORGE FISHER), сконцентрировав свои производственные мощности не только в секторах электроэрозии, но и фрезерования.

Копировально-прошивочные ЭЭ станки фирмы GF AgieCharmilles выпускаются нескольких типов, определенных по характеру обработки и по использованию станка. Станки оснащаются диалоговой системой управления, высокопроизводительным и экономичным генератором с функцией полировки, системами электронной коррекции по всем осям, измерительных циклов для автоматического определения положения детали в пространстве, моделирования и контроля обработки, системой свободно комбинируемых орбитальных движений и рядом других функций.

Из представленных моделей определены.

- Для микрообработки две модели: **FO 350 MicroTEC** и **AT Hyperspark 2 Exact HS** с ходом по осям X, Y, Z, равном 350x250x300 мм, при максимальных массах электрод/заготовка 100/400 кг.
- Для высокоскоростной ЭЭ обработки пять моделей: **FO 350 S**, **FO 550 S**, **AT Hyperspark 3 Exact HS**, **AT Hyperspark 2 HS** и **AT Hyperspark 3 HS** с ходом по осям X, Y, Z (по моделям) от 350x250x300 до 600x400x450(500) мм, при максимальных массах электрод/заготовка до 200/800 кг (у модели **AT Hyperspark 3 Exact HS**).
- Для полирования больших поверхностей две модели: **FO 350 GammaTEC** и **FO 550 GammaTEC** с ходом по осям X, Y, Z, равном 350x250x300 и 600x400x450 мм, при максимальных массах электрод/заготовка до 50/500 кг (у модели **FO 350 GammaTEC**).
- Как универсальные четыре модели: **FO 35P**, **AT Spirit 2**, **AT Spirit 3** и **AT Spirit 4** с ходом по осям X, Y, Z, равным (по моделям) от 350x250x300 до 700x500x400 мм, при максимальных массах электрод/заготовка до 80/2000 кг (у модели **AT Spirit 4**).

- Как экономичные четыре модели: **FO 23P**, **FO 53P**, **FORM 20** и **FORM 30** с ходом по осям X, Y, Z, равном (по моделям) от 350x250x300 до 600x400x400 мм.

Проволочно-вырезные ЭЭ станки, представляемые фирмой GF AgieCharmilles, также выпускаются нескольких типов, различных по характеру обработки и по использованию станка.

Некоторые модели имеют оригинальную механическую конструкцию с запатентованным моноблоком, разнесенные подвижные элементы, оптические линейки по всем осям. Указывается, что у станков осуществляется выведение источников тепла за рабочую зону, применена оригинальная система термостабилизации, а также оптимальный контур циркуляции воды.

Из представленных станков определены.

- Для микрообработки три модели: **FI 2050 TW**, **AC Vertex** и **AC Vertex 2F** с ходом по осям X, Y, Z, равном от 220x160x100 до 350x250x256 мм.
- Для высокоточной обработки пять моделей: **FI 6050 TW**, **AC Vertex 2**, **AC Vertex 3**, **AC Challenge V2** и **AC Challenge V3** с ходом по осям X, Y, Z, равном от 350x250x256 до 630x400x160 мм.
- Для высокоскоростной обработки шесть моделей: **FI 240 CC**, **FI 440 CC**, **FI 640 CC**, **AC Progress V2** и **AC Progress V3** и **AC Progress V4** с ходом по осям X, Y, Z, равном от 350x220x220 до 800x550x525 мм.
- Как универсальные четыре модели: **FI 240 SLP**, **FI 440 SLP**, **AC Classic V2** и **AC Classic V3** с ходом по осям X, Y, Z, равном (по моделям) от 350x220x220 до 550x350x400 (426) мм.
- Как экономичная определена модель: **CUT 20** с ходом по осям X, Y — 350x250 мм.

Все ЭЭ станки имеют компьютерные системы ЧПУ, определяющие технологические возможности, соответствующие системам этого класса.

Фирма **Sarix S. A.** (Швейцария) специализируется на выпуске ЭЭ станков для трехмерной микрообработки. Как пример обрабатываемых деталей можно привести — микроформа с максимальным диаметром 0,2 мм со ступенчатой полостью глубиной 0,05 мм, зубчатой полостью диаметром 1,7 мм и глубиной 0,1 мм, полая дуговая прорезь шириной 0,075 мм с отводами шириной 0,033 мм и др.

Выпускаемые фирмой станки моделей **SX — 100 HPM** (ход по осям X, Y, Z, W равен 200(250)x150x150x150 мм, максимальная масса заготовки 20 кг) и **SX — 200 HPM** (ход по осям X, Y, Z, W 350x200x200x150 мм, максимальная масса заготовки 50 кг) позволяют исполнение особой технологии трехмерного микроэрозионного фрезерования (3D Micro-EDM-Milling), обеспечивающую изготовление микроформ, микроотверстий с допуском  $\pm 1$  мкм при шероховатости обработанной поверхности до  $Ra = 0,05$  мкм в заготовках из самых различных материалов — твердые сплавы, закаленные стали, инструментальные материалы типа PKD и др.

Многофункциональность станков достигается за счет их модульного построения. Фирма разработала технологию компенсации износа электродов и специальное программное обеспечение SX-EDM-CAM, что позволяет реализовать микрофрезерные работы.

Указанные станки могут быть использованы в автомобилестроении, авиакосмической промышленности, медицинской технике, микроэлектронике и часовой промышленности и др.

Фирма **CDM Rovella S.p.A.** (Италия) изготавливает сравнительно крупные копировально-прошивочные станки моделей **BF53 SPAZIO** (ход по осям X, Y, Z равен 500x300x250 мм, при максимальных массах электрод/заготовка 60/1000 кг) и **BF64 SPAZIO**



(ход по осям X, Y, Z — 600x400x350 мм, при максимальных массах электрод/заготовка 90/2000 кг). Фирмой заявлено также производство особо крупного станка модели **BF 3000** с ходом по осям X, Y, Z, равным 2150x1000x800 мм, при максимальных массах электрод/заготовка — 300/35000 кг

Проволочно-вырезные ЭЭ станки представляются следующими моделями: **Rovella Spazio X800 DIVING** (ход по осям X, Y, Z 500x300x250 мм), **Rovella Spazio X500 DIVING** (ход по осям X, Y, Z 500x300x250 мм), **Spazio X300 DIVING** (ход по осям X, Y, Z 500x300x250 мм) и **Spazio X300 IMMERSIONE** (ход по осям X, Y, Z 500x300x250 мм). Три первые модели обеспечивают погружную обработку, модель **Spazio X300 IMMERSIONE** — струйную.

Заявлен к производству высокоскоростной проволочно-вырезной ЭЭ станок модели **BF EDHS Spazio** с ходом по осям X, Y, равным 380x700 мм. Станок имеет управляемую ось C. Система ЧПУ построена на базе персонального компьютера и операционной среды Microsoft Windows. Станок оснащен Web-камерой; импортируются файлы из программы CAD/CAM.

Фирма **OPS — INGERSOLL Funkenerosionstechnik GmbH (Германия)** изготавливает гамму копировально-прошивочных ЭЭ станков серии **GANTRY**, используемых в производстве от малых деталей медицинских приборов и устройств до элементов штампов и пресс-форм больших размеров.

С 1996 года все электроэрозионные станки **INGERSOLL** оснащены генераторами и системами ЧПУ Mitsubishi. Главной отличительной особенностью этих станков является конструкция с подвижным порталом, что позволяет работать с деталями и электродами очень больших масс. Второе направление, в котором фирма **INGERSOLL** последнее время активно работает, — разработка и производство гибких производственных модулей **Mold Center** на базе прошивных и фрезерных станков. Эти станки имеют жесткую конструкцию с подвижным порталом, 4-х стороннюю рабочую ванну, опускающуюся вниз, полный доступ к рабочей зоне, удобное программирование с системой **ESPER2**, систему высоко динамичных релаксаций по оси Z (High Speed Jump), систему для скоростной обработки узких глубоких пазов (ребер) и др.

Указывается, что при работе с графитовыми электродами на станках может быть использована технология **multipulsePro** (разработана фирмой **OPS-Ingersoll Funkenerosion GmbH**), обеспечивающая синхронизацию мониторинга процесса с продолжительностью разрядного импульса и показателями прокачки. Делается вывод, что технология **multipulsePro** повышает производительность станков за счет оптимизации длительности разрядных импульсов.

Копировально-прошивочные ЭЭ станки исполнены тремя моделями. **Gantry Eagle 400** — ход по осям X, Y, Z 420x300x400 мм, размер рабочего бака LxBxH — 650x500x340 мм при максимальной массе электрод/заготовка 100/500, **Gantry Eagle 500** — ход по осям X, Y, Z — 525x400x450 мм, размер рабочего бака LxBxH — 770x670x440 мм при максимальной массе электрод/заготовка 50 (100)/1000 кг, **Gantry Eagle 800** — ход по осям X, Y, Z равный 550x850x450 мм, размер рабочего бака LxBxH — 800x1100x480 мм при максимальной массе электрод/заготовка 50 (200)/2000 кг.

В одном из предложений копировально-прошивочные ЭЭ станки фирмы представлялись двумя группами: первая группа определена как станки **CNC EDM CENTER: CENTER 400, Gantry 500, Gantry 800, Gantry 1000, Gantry 1300**.

Вторая группа определена как станки группы **CNC EDM CELL: CENTER 4000, Gantry 5000, Gantry 8000**.

**Knuth Werkzeugmaschinen GmbH (Германия)** поставляет свою продукцию на рынки многих стран, в том числе России.

Проволочно-вырезные ЭЭ станки следующих моделей: **Smart DEM** (ход по осям X, Y 250x350 мм, ход по осям U, V 30x30 мм, максимальная масса заготовки — 300 кг); **DEM 200** (ход по осям X, Y 350x330 мм, ход по осям U, V 20x20 мм, максимальная масса заготовки — 300 кг); **DEM 400** (ход по осям X, Y 550x400 мм, ход по осям U, V 20x20 мм, максимальная масса заготовки — 800 кг). Станки имеют независимое программирование осей X/Y и U/V, автоматическое позиционирование, функции диагностики, возможность подготовки управляющих программ с использованием CAD/CAM систем и др., что сопутствует обычным компьютерным УЧПУ.

Копировально-прошивочные ЭЭ станки выпускаются двух серий: **ZNC — EDM** и **FEM. Z** Первая серия представлена тремя мо-



делями: **ZNC — EDM 250** (ход по осям X, Y, Z 250x200x200 мм, при максимальных массах электрод/заготовка 30/200 кг), **ZNC — EDM 450** (ход по осям X, Y, Z равен 450x350x200 мм, при максимальных массах электрод/заготовка 90/800 кг), **ZNC — EDM 650** (ход по осям X, Y, Z равен 650x550x280 мм, при максимальных массах электрод/заготовка 200/2000 кг). Станки второй серии представляются тремя моделями: **FEM 110** (ход по осям X, Y, Z 380x250x250 мм, при максимальных массах электрод/заготовка 70/1000 кг), станок **FEM 200** (ход по осям X, Y, Z равен 600x400x250 мм, при максимальных массах электрод/заготовка 100/2000 кг), **FEM 300** (ход по осям X, Y, Z равен 1300x700x500 мм, при максимальных массах электрод/заготовка 200/8000 кг).

Копировально-прошивочные ЭЭ станки снабжены компьютерными УЧПУ, имеют базу данных для управления рабочими параметрами для различных видов материалов, которые могут быть оптимизированы пользователем в соответствии с его требованиями и опытом, имеется специальная программная функция для решения проблемы прокачки зоны обработки при глубоком съеме посредством дополнительно программируемых интервалов увеличенного хода пиноли, автоматическую систему централизованной смазки и др.

**Фирма Zimmer+Kreim GmbH & Co. KG (Германия)** представляет достаточно большую гамму копировально-прошивочных ЭЭ станков серии **Genius**, часть из которых снабжена системой автоматической замены электродов.

Указывается, что у станков выполнено экранирование электромагнитных помех, что в ряде случаев необходимо для организации эффективного производственного процесса. Для этого рабочая зона полностью закрыта. Станок, кроме того, закрывается стеклянным корпусом с тонкой металлической сеткой, что превращает всю рабочую зону в защитную клетку Фарадея, которая пропускает в окружающую среду минимальное количество электрической энергии. Таким образом машина удовлетворяет требованиям директивы Европейского союза по ограничению распространения электромагнитных волн. Несмотря на полную инкапсуляцию станков, у них обеспечивается удобный доступ к рабочей зоне. Имеется стеклянная дверь у боковой части станка, которая открывается, когда стоящий рядом робот осуществляет загрузку/разгрузку.

Копировально-прошивочные ЭЭ станки выпускаются семи моделями: **Genius 602** (ход по осям X, Y, Z 350x250x315 мм, при максимальных массах электрод/заготовка 50/500 кг), **Genius 700** (ход по осям X, Y, Z 400x350x350 мм, при максимальных массах электрод/заготовка 100/700 кг), **Genius 850** (ход по осям X, Y, Z 565x400x410 мм, при максимальных массах электрод/заготовка 100/1000 кг), **Genius 1000 The Cube** (ход по осям X, Y, Z 700x500x500 мм, при максимальных массах электрод/заготовка 50...100/1500 кг), **Genius 1200** (ход по осям X, Y, Z 900x680x405 мм, при максимальных массах электрод/заготовка 100/3000 кг), **Genius 1700** (ход по осям X, Y, Z 1250x1000x515 мм, при максимальных массах электрод/заготовка 500/5000 кг). Станок модели **Erodierzelle cocoon** (ход по осям X, Y, Z 350x250x315 мм) снабжен специальным роботом, обеспечивающим замену электродов из магазина и палет с заготовками (обработанными деталями).

**Компания EXERON (Германия)** возникла в результате слияния фирм **Herbert Walter GmbH** и **Deckel-Multiform**. Электроэрозионное оборудование представлено компанией в модельном ряде копировально-прошивочных станков серии **EDM — Line**. Этот ряд включает 6 моделей станков с неподвижным столом. Технические характеристики и комплектация станков: станина из полимерного бетона, цифровые приводы переменного тока на всех осях, система позиционирования с оптическими линейками с разрешением 0,001 мм на осях X, Y, Z и C, автоматический сменщик электродов — 4 / 20 позиций и др.

Копировально-прошивочный ЭЭ станок модели **EDM 310** имеет ход по осям X, Y, Z 350x270x270 мм, размер рабочего бака LxB 770x520 мм, при максимальных массах электрод/заготовка 25/500 кг, **EDM 312** имеет ход по осям X, Y, Z 450x300x300 мм,

размер рабочего бака LxB 820x400 мм, при максимальных массах электрод/заготовка 30 (150)/800 кг, **EDM 313** ход по осям X, Y, Z 620x420x400 мм, размер рабочего бака L x B 1070x670 мм, при максимальных массах электрод/заготовка 50(250)/1500 кг, **EDM 314** имеет ход по осям X, Y, Z 900x750x450 мм, размер рабочего бака LxB 1200x900 мм, при максимальных массах электрод/заготовка 50(500)/3000 кг, **EDM 316** имеет ход по осям X, Y, Z 1500x1150x600 мм, размер рабочего бака LxB 1800x1400 мм, при максимальных массах электрод/заготовка 50(100)/8000 кг.

**Фирма Neup GmbH (Германия)** предоставляет гамму ЭЭ станков для получения отверстий. Станок модели **S-26** предназначен для получения стартовых отверстий диаметром от 0,3 до 6 мм глубиной до 150 мм в заготовках массой до 300 кг размером 450x310 мм перед их обработкой на ЭЭ проволочно-вырезных станках. Величина хода по оси Z у станка равна 350 мм, длина применяемых электродов составляет 400 мм. Станок имеет систему программирования глубины ЭЭ сверления и систему компенсации износа электрода.

Станки серии *micro drill* моделей **MD - 435 CNC** и **MD - 640 CNC - AEC** предназначены для получения отверстий диаметром от 0,08 до 4 мм глубиной до 190 мм. Станки управляются компьютерными системами ЧПУ, имеют устройство автоматической замены электродов. Станок модели **MD- 435 CNC** может быть применен для деталей массой 350 кг с высотой 285 мм, его ход по осям X, Y 400x350 мм, длина используемых электродов 300/400 мм. Станок модели **MD-640 CNC** может быть применен для деталей массой 600 кг с высотой 270 мм, его ход по осям X, Y равен 400x600 мм, длина используемых электродов 300/400 мм.

Станки серии *high - tech* представлены тремя моделями: **APos 350 CNC- P**, **APos 600 CNC-P** и **APos 1000 CNC- P**. Станки управляются компьютерными системами ЧПУ, имеют устройство автоматической замены электродов и предназначены для получения отверстий диаметром от 0,1 до 3 (6) мм глубиной до 350 (400) мм при длинах электродов до 400 мм. При этом отверстия могут быть получены под углом до 45° за счет поворота шпинделя. У модели **APos 350 CNC — P** ход по осям X, Y 350x250 мм при обработке отверстий в заготовках массой до 400 кг. У модели **APos 600 CNC — P** ход по осям X, Y — 600x400 мм при обработке отверстий в заготовках массой до 500 кг. У **APos 1000 CNC — P** ход по осям X, Y — 1000x6400 мм при обработке отверстий в заготовках массой до 1200 кг.

Станки серии *top-class* представлены двумя моделями: **APos 800 CNC** и **APos 1200 CNC**. Станки управляются компьютерными системами ЧПУ, основание выполнено из специальной минеральной керамики, могут быть использованы роботы. Станки предназначены для получения отверстий диаметром от 0,1 до 3 (6) мм в заготовках массой до 3000 кг электродами длиной до 800 мм. У модели **APos 800 CNC** ход по осям X, Y — 800x600 мм при обработке отверстий глубиной до 600 мм. У модели **APos 1200 CNC** ход по осям X, Y — 1200x600 мм при обработке отверстий глубиной до 800 мм.

**Фирма ONA electroerosion (Испания)** является одной из ведущих европейских фирм — производителей электроэрозионного оборудования.

Копировально-прошивочные ЭЭ станки представлены тремя сериями: **ONA NX**, **ONA NX with modular Design** и **ONA DB**. Все станки снабжены компьютерными системами ЧПУ, обеспечивающими соответствующие функции и модули автоматизации ЭЭ процесса. В частности, имеется функция **A-SPACE**, позволяющая вводить в управляющую программу автоматические циклы движения электродов, модуль **3D SETUP** обеспечивает ввод в работу различных измерительных циклов, система **SAAC** оптимизирует работу генератора и т.п. Станки могут быть снабжены устройством автоматической замены электродов на 40 позиций.

**Серия ONA NX** представлена четырьмя моделями: **NX 3** имеет ход по осям X, Y, Z 400x300x300 мм, размер рабочего бака LxVxH 900x600x300 мм, при максимальных массах электрод/заготовка 100/750 кг, **NX 4** и **NX 4C** имеют ход по осям X, Y, Z 600x400x400 мм, размер рабочего бака LxVxH 1200x800x450 мм, при максимальных массах электрод/заготовка 200/1500 кг, **NX 6** имеет ход по осям X, Y, Z 1000x600x500 мм, размер рабочего бака LxVxH 1700x1000x600 мм, при максимальных массах электрод/заготовка 400/4000 кг.

**Серия ONA NX with modular Design** представлена тремя моделями, предназначенными для обработки изделий крупных размеров. Станки могут быть исполнены с двумя шпинделями и двумя генераторами, работающими независимо. **NX 7 with modular Design** имеет ход по осям X, Y, Z 1500x750(1000)x650(800) мм, размер рабочего бака LxVxH 2300x1300x700 мм при максимальных массах электрод/заготовка 200(400)/10000 кг. **NX 8 with modular Design** имеет ход по осям X, Y, Z 2000x750(1000)x650 (800) мм, размер рабочего бака LxVxH 2800x1300x700 мм, при максимальных массах электрод/заготовка 200(400)/10000 кг. **NX 10 with modular Design** имеет ход по осям X, Y, Z 3000x1000(1500)x800(1000) мм, размер рабочего бака LxVxH 4000x1500x1000 мм, при максимальных массах электрод/заготовка 200/15000 кг.

**ONA DB 300** обеспечивает повышенную точность и имеет систему чистового выхаживания поверхностей площадью до 225 см<sup>2</sup> и глубоких пазов, имеет ход по осям X, Y, Z — 400x300x300 мм, размер рабочего бака LxVxH — 1000x600x350 мм, при максимальных массах электрод/заготовка 100/750 кг.

*Проволочно-вырезные ЭЭ станки* выпускаются фирмой ONA двух серий: **ONA AF** и **ONA AF with modular Design**. Станки имеют компьютерные системы ЧПУ, позволяющие одновременное управление по 5-ти осям, генератор ONA EasyCut, обеспечивающий (как указывается) производительность до 450 мм<sup>2</sup>/мин на проволоке диаметром 0,33 мм, экологически надежную систему ONA AquaPrima фильтрации и охлаждения РЖ и др.

**ONA AF 25** имеет ход по осям X, Y, Z 400x300x250 мм, по осям U, V 120x120 мм, размер рабочего бака LxVxH 700x650x250 мм, максимальная масса заготовки — 700 кг. **ONA AF 35** имеет ход по осям X, Y, Z 600x400x400 мм, ход по осям U, V 120x120 мм, размер рабочего бака LxVxH 1060x750x400 мм, максимальная масса заготовки — 1500 кг.

Станки серии **ONA AF with modular Design** представлены четырьмя моделями и предназначены для обработки крупногабаритных деталей, имеют большие ходы по основным осям, так ход по осям U, V у всех моделей составляет 500x500 мм, что позволяет получать у деталей углы до ± 30° на высоте 400 мм. Указывается, что станки работают с проволокой диаметром 0,20...0,30 (0,33) мм, обеспечивая производительность до 370 мм<sup>2</sup>/мин на проволоке диаметром 0,30 мм. **ONA AF 60 with modular Design** имеет ход по осям X, Y, Z 800x600x500 (600, 700) мм, размер рабочего бака LxVxH 1300x1040x500 мм, максимальная масса заготовки — 5000 кг. **ONA AF 80 with modular Design** имеет ход по осям X, Y, Z 1000x600(800, 1000)x500(600, 700) мм, размер рабочего бака LxVxH 1500x1040x500 мм, максимальная масса заготовки — 5000 кг. **ONA AF 100 with modular Design** имеет ход по осям X, Y, Z 1500x1000(1300)x600(700) мм, размер рабочего бака LxVxH 1950x1600x600 мм, максимальная масса заготовки — 10000 кг. **ONA AF 130 with modular Design** имеет ход по осям X, Y, Z 2000x1000(1300)x600(700) мм, размер рабочего бака LxVxH 2500x1600x600 мм, максимальная масса заготовки — 10000 кг.

П. П. Серебrenицкий