



# РОССИЙСКОЕ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Российские производители предлагают определенные модели электроэрозионных станков, постепенно увеличивая как типаж, так и масштабность их выпуска.

Первичный выбор ЭЭ станков как копировально-прошивочных так и проволочно-вырезных ведется на основе основных исходных данных.

Для *копировально-прошивочных* это: перемещения по осям X, Y, Z в мм; перемещения по осям A, B, C в град.; размеры ванны — L (длина), W (ширина), H (высота) в мм; размеры рабочего стола L (длина), B (ширина) в мм; максимальные размеры заготовки — L (длина), B (ширина), H (высота) в мм; максимальная масса электрода и заготовки (m Эл/Заг) в кг; достижимая точность обработки в мм; достижимая шероховатость обработанной поверхности Ra (Rz); достижимая производительность Q в мм<sup>3</sup>/мин; класс системы управления приводами (ручн., NC, CNC); наибольшая потребляемая мощность N в кВт; габаритные размеры станка в мм; масса станка в кг.

Для *проволочно-вырезных ЭЭ станков*: перемещения по осям X, Y, Z в мм; перемещения по осям U, V в мм; максимальный угол резания на определенной высоте в град./Н мм; перемещения по осям A, B, C в град.; размеры ванны — L (длина), W (ширина), H (высота) в мм; размеры рабочего стола L (длина), B (ширина) в мм; максимальные размеры заготовки — L (длина), B (ширина), H (высота) в мм; максимальная масса заготовки m в кг; достижимая точность обработки в мм; достижимая шероховатость обработанной поверхности Ra (Rz); достижимая производительность Q в мм<sup>2</sup>/мин; класс системы управления приводами (NC, CNC); наибольшая потребляемая мощность N в кВт; схема работы станка — струйная, погружная, комбинированная; габаритные размеры станка в мм; масса станка в кг.

Однако в фирменных информационных материалах часто приводятся не все из указанных данных.

**Троицкий станкостроительный завод (ОАО «ТСЗ»)** производитель ЭЭ оборудования со стажем. Заводом предлагаются *копировально-прошивочные* ЭЭ станки базовых моделей: **4Л721Ф1**, **4Л723Ф3**. Они предназначены для обработки фасонных полостей и отверстий в деталях из труднообрабатываемых сталей и сплавов (жаропрочных, нержавеющей, закаленных и др.), а также для изготовления ковочных, гибочных, обрезных, вытяжных, чеканочных штампов, пресс-форм, кокилей, фильер и т.п. Станки различны по габаритам и степени автоматизации.

Станки моделей **4Л721Ф1** и **4Л723Ф11А-01** имеют высокомоментные быстродействующие привода, генератор импульсов ШГИ-М2, оснащены устройством цифровой индикации и быстроъемными приспособлениями.

Станки на основе базовой модели **4Л723Ф3А-02** обеспечивают обработку сложно фасонных поверхностей токопроводящих материалов без ограничения твердости, высокое качество обра-

ботанной поверхности, полноту технологических возможностей и качество характеристик. Станки адаптированы к отечественным условиям и расходным материалам, имеют высокую интеллектуальность и информативность за счет современного устройства ЧПУ.

Краткие данные:

**4Л721Ф1:** перемещения X, Y, Z = 250x160x250 мм; рабочий стол L, B = 360x250 мм; заготовка L, B, H = 280x250x120 мм; масса m Эл/Заг = 30/200 кг; точность ± 10 мкм; шероховатость Ra = 0,5 мкм; производительность Q = 550 мм<sup>3</sup>/мин; мощность N = 8,8 кВт.

**4Л723Ф3:** перемещения X, Y, Z = 400x250x400 мм; рабочий стол L, B = 630x400 мм; заготовка L, B, H = 550x400x275 мм; масса m Эл/Заг = 100/800 кг; точность ± 5 мкм; шероховатость Ra = 0,8 мкм; производительность Q = 800 (1400) мм<sup>3</sup>/мин; мощность N = 17 кВт.

**ООО «Санкт-Петербургский завод прецизионного станкостроения»**, в советское время «Станкозавод им. Ильича», представляет различные станки для отечественной промышленности, в том числе и электроэрозионные.

**Электроэрозионные проволочно-вырезные станки базовых моделей ЭИ-250 и ЭИ-500** предназначены для вырезки пуансонов и матриц сложной формы, для штампов и пресс-форм, вырезки деталей из закаленных сталей, твердых сплавов, деталей, не допускающих силового воздействия режущего инструмента (например, тонких медных электродов для электроэрозионной прошивной обработки), других деталей, имеющих сложный контур или содержащих фигурные отверстия (например, зубчатые колеса и шлицевые отверстия) и т.п.

Наличие в станках специального крестового стола, обеспечивающего наклон проволоки по программе, позволяет вырезать детали с наклонной образующей вырезаемого контура. Обратная связь по перемещению рабочих органов осуществляется при помощи оптических датчиков линейных перемещений типа ЛИР. Направляющие электрода-проволоки — алмазные фильеры.

Станки содержат в своем составе генератор импульсов тока, собранный на современной элементной базе, который генерирует рабочие импульсы задаваемой оператором частоты и длительности. Система ЧПУ с пультом управления позволяет создавать и редактировать управляющие программы, а также устанавливать и регулировать технологические параметры обработки и давление, создаваемое насосом прокачки.

Краткие данные:

**ЭИ 250 – 4:** перемещения X, Y, Z = 250x250x150 мм; перемещения U, V = 40x40 мм; угол резания град./Н мм = ± 30°/34 мм; заготовка L, B, H = 350x350x150 мм; масса заготовки m = 180 кг; достижимая точность — Класс точности B по ГОСТ 20551–93; шероховатость Ra = 2, 5 (0,2) мкм; производительность Q — до 100 мм<sup>2</sup>/мин; система управления — CNC.

**ЭИ 500 – 4:** перемещения X, Y, Z = 500x250x150 мм; перемещения U, V = 40x40 мм; угол резания град./Н мм = ± 30°/34 мм; заготовка L, B, H = 660x320x150 мм; масса заготовки m = 350 кг; достижимая точность — Класс точности B по ГОСТ 20551–93; шероховатость Ra = 2, 5 (0,2) мкм; производительность Q — до 100 мм<sup>2</sup>/мин; система управления — CNC.

**ООО «ИНТЕЛПРОМ»** (г. Фрязино, Московская область) — одно из специализированных российских предприятий по изготовлению ЭЭ проволочно-вырезных станков для 2-х и 5-ти координатной контурной обработки. Все станки оснащены системой ЧПУ с компьютерным управлением и генератором импульсов тока, позволяющими производить обработку в водопроводной воде.

Все модели станков погружного типа, что позволяет, в отличие от струйных станков, эффективно обрабатывать контуры в деталях полых труб, выполнять контурную резку многослойных плит с пустотами между слоями (очень важно при пакетной обработке штампов) и т.п.



На станках может применяться проволока (латунная, молибденовая, медная) без покрытия диаметром от 0,025 до 0,3 мм.

Система ЧПУ выполнена на базе современной ЭВМ с 32-рядным математическим обеспечением. Математическое обеспечение и аппаратная часть систем ЧПУ разработана специально для ЭЭ проволочно-вырезных станков. Поставляемые ЭЭ станки оснащены системой подготовки управляющих программ, которая обеспечивает получение программ непосредственно с чертежа, разработанного в Autodesk AutoCAD.

Краткие данные:

**A207.92 – М 2:** перемещения X, Y = 125x200 мм; заготовка L, B, H = 160x250x80 мм; шероховатость Ra = 2,5 мкм; производительность Q = 60 мм<sup>2</sup>/мин.

**A207.79 – М 2:** перемещения X, Y = 250x250 мм; заготовка L, B, H = 430x270x120 мм; масса заготовки m = 100 кг; шероховатость Ra = 2,5 мкм; производительность Q = 65 мм<sup>2</sup>/мин.

**A207.93 – М 5:** перемещения X, Y, Z = 125x200x80 мм; перемещения U, V = 40x40 мм; угол резания град./Н мм = ± 300/34 мм; заготовка L, B, H = 160x250x80 мм; шероховатость Ra = 2,5 мкм; производительность Q = 60 мм<sup>2</sup>/мин.

**Научно-промышленная корпорация «ДЕЛЬТА-ТЕСТ»** (г. Фрязино, Московская область) является одним из ведущих российских предприятий по изготовлению ЭЭ проволочно-вырезных станков. Станки моделей **АРТА** находят применение в самых различных отраслях промышленности: аэрокосмической, судостроительной, автомобильной, машиностроении, электронной и других.

Заложенный в станках **АРТА** спектр технологических возможностей обеспечивает их применение не только при выполнении типовых для электроэрозионного оборудования работ (производство штампов и пресс-форм), но и в решении специальных задач, среди которых: электроэрозионная проволочная микрообработка, резка нестандартных материалов (в т.ч. графитов, магнитов, PCD и др.). Ряд моделей станков **АРТА** позволяют производить обработку проволоками малого диаметра (от 0,012 мм), что обеспечивает минимально достижимую ширину паза (реза) менее 0,020 мм (20 мкм). Подобные технологии актуальны при изготовлении элементов приборов нанотехнологий, деталей СВЧ и др.

В станках **АРТА** достаточно широко используются элементы (как электронной, так и механической части станков) производства ряда зарубежных фирм и компаний.

Система ЧПУ **АРТА-Х.9(7)** представлена на базе современного компьютера в промышленном исполнении. Основные интегрированные подсистемы (генератор, управление перемоткой/натяжением проволоки, гидроагрегат, привода) выполнены на базе распределенного микропроцессорного управления, что обеспечивает точную цифровую установку параметров, полностью автоматизированный режим работы станка. Подготовка управляющих программ для станков **АРТА** возможна по различным схемам, в том числе и с использованием САПР УП для среды AutoCAD 2000.

**Генератор тока АРТА-3М-5** (на базе мощных MOS транзисторов с микропроцессорным управлением) позволяет производить обработку в водопроводной или дистиллированной воде с деионизацией. Цифровое управление параметрами генератора осуществляется от СЧПУ. Расширенный диапазон регулировки значений характеристик технологических импульсов (частота, длительность, мощность), защита от обрыва проволоки позволяет осуществлять выбор режимов для нестандартных материалов, для работы с тонкими проволоками (диаметр 20...50 мкм), для получения шероховатости поверхности Ra = 0,5 мкм.

**Привода механизмов перемещения** по осям X и Y исполняются на базе шаговых двигателей (ШД-5, ШДР-711, ДШИ-200 и др.) при использовании шарико-винтовых передач прецизионного класса точности (IT 1) и с линейными направляющими. Узел перемотки/натяжения проволоки с полным контролем и цифровым управлением всеми параметрами от СЧПУ обеспечивает регулировку скорости движения проволоки и ее натяжение в большом диапазоне при использовании катушек 3,5 кг. **Направляющие (фильеры)** для проволоки исполняются из натурального алмаза, что обеспечивает им достаточную долговечность, и хорошо центрируют проволоку.

Краткие данные:

**АРТА 151:** перемещения X, Y, Z = 125x200x80 мм; перемещения U, V = 60x60 мм; угол резания ± 21...30°; заготовка L, B, H = 250x160x80 мм; производительность Q = 90 мм<sup>2</sup>/мин.



**АРТА 251:** перемещения X, Y, Z = 200x200x80 мм; перемещения U, V = 60x60 мм; угол резания  $\pm 21...30^\circ$ ; заготовка L, B, H = 400x250x80 мм; производительность Q = 90 мм<sup>2</sup>/мин.

**АРТА 340:** перемещения X, Y, Z = 250x250 мм; перемещения U, V = 40x40 мм; угол резания  $\pm 9...30^\circ$ ; заготовка L, B, H = 430x270x120 мм; масса заготовки m = 100 кг; производительность Q = 110 мм<sup>2</sup>/мин.

**АРТА 451:** перемещения X, Y, Z = 200x320x120 мм; перемещения U, V = 60x60 мм; угол резания  $\pm 14...30^\circ$ ; заготовка L, B, H = 420x280x120 мм; производительность Q = 120 мм<sup>2</sup>/мин.

**ООО «ЕДМ инжиниринг»** (г. Москва) ведет производство ЭЭ проволочно-вырезных станков марки **DIPOL** и модернизацию импортных и отечественных ЭЭ проволочно-вырезных станков. Все станки комплектуются, как правило, разработанными компанией узлами и устройствами.

*Универсальный ЧПУ/Генератор модели DIPOL 210 Н-5* основой имеет компьютер с процессором Pentium 266 MMX, жестким диском 10 Gb, оперативной памятью 16 Mb. Система обеспечивает управление станком одновременно по пяти осям с обеспечением интерполяций — линейной, круговой, сплайновой. Встроенный LC-генератор с рекуперацией энергии обеспечивает максимальный средний ток обработки 30А при максимальной амплитуде до 450А, частоту следования импульсов от 1 до 200 кГц.

*Программное обеспечение DIPOL WS-5* включает модуль **DIPOL TEC «Автотехнолог»**, модуль **DIPOL «Мониторинг»**, **CAM систему** для подготовки управляющих программ (УП). При этом обеспечивается автоматизированное программирование обработки, включая: контурное программирование, двухконтурная конусная обработка, построение кривых по точкам и др. Графическое отображение обрабатываемого контура может быть двумерное (2D) и трехмерное (3D), возможно использование контуров, импортированных из CAD систем (например, AutoCAD), поддерживающих формат DXF. Система позволяет выбор режимов обработки и соответствующих эквидистантных смещений, ведет адаптивное слежение за эрозионным процессом с предотвращением сбоев работы, обеспечивает визуализацию процесса подготовки УП и процесса обработки на 15" дисплее и многое другое, что характерно для компьютерных ЧПУ.

*Привода перемещающихся элементов* станков основаны на использовании двигателей постоянного тока (оси X, Y, Z) и шаговых двигателей (оси U, V, W) с винтами ШВП как элементами продольного хода элементов. Как элементы обратной связи в станках используются энкодеры и оптические линейные датчики. *Диэлектрический агрегат* DIPOL DM500-3 обеспечивают все процессы струйной прокатки зоны обработки на станке и обработку РЖ (воды).

Краткие данные:

**DIPOL 350:** перемещения X, Y, Z = 250x350x160 мм; перемещения U, V = 40x40 мм; угол резания град./Н мм =  $\pm 10^\circ/100$  мм; заготовка L, B, H = 400x500x160 мм; масса заготовки m = 200 кг; достижимая точность —  $\pm 5$  мкм; шероховатость Ra = 0,4 мкм; производительность Q — до 100 мм<sup>2</sup>/мин; система управления — CNC.

**DIPOL 450:** перемещения X, Y, Z = 300x450x240 мм; перемещения U, V = 40x40 мм; угол резания град./Н мм =  $\pm 10^\circ/100$  мм; заготовка L, B, H = 450x700x200 мм; масса заготовки m = 250 кг; достижимая точность —  $\pm 5$  мкм; шероховатость Ra = 0,4 мкм; производительность Q = 180 мм<sup>2</sup>/мин.

**DIPOL 500:** перемещения X, Y, Z = 300x500x150 мм; перемещения U, V = 40x40 мм; угол резания град./Н мм =  $\pm 10^\circ/100$  мм; заготовка L, B, H = 500x600x160 мм; масса заготовки m = 200 кг; достижимая точность —  $\pm 5$  мкм; шероховатость Ra = 0,4 мкм.

**DIPOL 1600:** перемещения X, Y, Z = 700x1600x500 мм; перемещения U, V = 40x40 мм; угол резания град./Н мм =  $\pm 7^\circ/100$  мм; заготовка L, B, H = 1500x2000x500 мм; масса заготовки m = 6000 кг; достижимая точность —  $\pm 5$  мкм; шероховатость Ra = 0,4 мкм; производительность Q = 150 мм<sup>2</sup>/мин.

**ООО «Спецпромоборудование»** (г. Ульяновск) производит ЭЭ проволочно-вырезные станки с ЧПУ модели СВЭИ для автоматического изготовления деталей сложной конфигурации, как с вертикальной (цилиндрической), так и с наклонной (конической) образующими, в том числе профилей с переменным углом наклона и различными контурами в верхней и нижних плоскостях обрабатываемого изделия: деталей вырубных штампов, пресс-форм, матриц-пуансонов, фасонных резцов, шаблонов.

Все модели станков погрузочного типа, что позволяет в отличие от струйных станков эффективно обрабатывать контуры в деталях полых труб, выполнять контурную резку многослойных плит с пустотами между слоями (очень важно при пакетной обработке штампов) и т.п. В качестве электрода-инструмента может быть применена медная, латунная или молибденовая проволока без покрытия диаметрами от 0,05 до 0,25 мм;

Продольная (ось X) и поперечная (ось Y) подвижные каретки станка имеют привод, состоящий из шагового электродвигателя, зубчато-ременной передачи и винта-гайки. Призматические направляющие качения для перемещения кареток выполнены с крестообразно расположенными роликами. Автоматическое управление станками осуществляется системой числового программного управления **АРТА-X.7**, выполненной на базе современной промышленной ЭВМ с 32-х разрядным математическим обеспечением. Станки комплектуются генератором технологического тока **АРТА-3М**.

К оснащению станков относятся: станция водоподготовки рабочей жидкости (воды) и автоматизированная система подготовки управляющих программ (для среды CAD/CAM системы Solid Works).

Краткие данные:

**СВЭИ 1:** перемещения X, Y = 200x125 мм; заготовка L, B, H = 250x160x80 мм; достижимая точность — Класс точности В по ГОСТ 20551-93; шероховатость Ra = 1, 25 мкм.



**СВЭИ 2:** перемещения X, Y = 200x200 мм; заготовка L, B, H = 250x160x80 мм; достижимая точность — Класс точности В по ГОСТ 20551–93; шероховатость Ra = 1, 25 мкм.

**СВЭИ 7:** перемещения X, Y, Z = 200x200x80 мм; перемещения U, V = 40x40 мм; угол резания ± 12...30°; заготовка L, B, H = 250x160x80 мм; достижимая точность — Класс точности В по ГОСТ 20551–93; шероховатость Ra = 0,4 мкм.

**ОАО Завод «Станкоконструкция»** (г. Москва) изготавливает опытные и серийные партии различных металлорежущих станков, в том числе и электроэрозионных.

*Электроэрозионные проволочно-вырезные станки*, выпускаемые предприятием, предназначены для контурной обработки деталей сложного профиля с прямолинейной вертикальной или наклонной образующей из любых токопроводящих материалов (детали вырубных и гибочных штампов, пресс-форм, фильеры, матрицы для экструдирования, электроды для электроэрозионной прошивки, фасонные резцы, фрезы, шаблоны, детали радиотехники и т.п.).

Модельный ряд включает проволочно-вырезные станки от 2-х до 5-ти координатной контурной обработки. Все станки оснащены системой ЧПУ **АРТА** с компьютерным блоком, генератором импульсов тока и блоком водоподготовки с замкнутой циркуляцией РЖ (воды) внутри станка, позволяющими производить погружную (или в зависимости от модели — струйную) обработку в воде. Для некоторых моделей станков в системе ЧПУ предусмотрена автоматизированная подготовка управляющих программ при использовании модулей CAD/CAM системы.

Проволочно-вырезные станки, выпускаемые заводом, соответствуют ГОСТ 20551–93 «Станки электроэрозионные вырезные. Основные размеры, нормы точности» и ГОСТ 8–82 «Станки металлорежущие. Общие требования к испытаниям на точность».

Краткие данные:

**СКЭ200Ф3:** перемещения X, Y, Z = 200x125x80 мм; заготовка L, B, H = 250x160x80 мм; масса заготовки m = 45 кг; достижимая точность ± 15 мкм; шероховатость Ra = 0,8 мкм; производительность Q = 40 мм<sup>2</sup>/мин.

**СКЭ250Ф3:** перемещения X, Y, Z = 250x250x150 мм; угол резания ± 3,5°; заготовка L, B, H = 460x410x150 мм; масса заготовки m = 150 кг; достижимая точность ± 15 мкм; шероховатость Ra = 0,4 мкм; производительность Q = 70 мм<sup>2</sup>/мин.

**СКЭ250Ф5:** перемещения X, Y, Z = 250x250x115 мм; перемещения U, V = 40x40 мм; угол резания ± 15°; заготовка L, B, H = 440x410x100 мм; масса заготовки m = 140 кг; достижимая точность ± 10 мкм; шероховатость Ra = 0,8 мкм; производительность Q = 60 мм<sup>2</sup>/мин.

**СКЭ950Ф3:** перемещения X, Y, Z = 950x450x150 мм; угол резания ± 3°; заготовка L, B, H = 1000x500x150 мм; масса заготовки m = 500 кг; достижимая точность ± 20 мкм; шероховатость Ra = 0,8 мкм; производительность Q = 60 мм<sup>2</sup>/мин.

*Электроэрозионные копировально-прошивочные станки*, выпускаемые предприятием, предназначены для обработки фасонных полостей в деталях из токопроводящих материалов, например, формообразующие элементы штампов, пресс-форм, кокилей, фильер, резцовых пластин и т.п. Станки имеют электрогидравлическую следящую систему подачи шпинделя инструментальной головки, оснащены комплектом приспособлений с электромагнитным закреплением инструмента.

Краткие данные:

**СКЭКП4525:** перемещения X, Y, Z = 250x150x150 мм; рабочий стол L, B = 450x250 мм; масса m Эл/Заг = 18/30 кг; точность ± 5 мкм; шероховатость Ra = 1,25 мкм; производительность Q = 500 мм<sup>3</sup>/мин; мощность N = 8,15 кВт.

**4Л721Ф1:** перемещения X, Y, Z = 250x150x250 мм; рабочий стол L, B = 360x250 мм; заготовка L, B, H = 280x250x120 мм; масса m Эл/Заг = 30/200 кг; точность ± 10 мкм; шероховатость Ra = 0,8 мкм; производительность Q = 550 мм<sup>3</sup>/мин; мощность N = 8,8 кВт.

**4Л723Ф3:** перемещения X, Y, Z = 400x250x400 мм; рабочий стол L, B = 630x400 мм; заготовка L, B, H = 550x400x2750 мм; масса m Эл/Заг = 100/800 кг; точность ± 15 мкм; шероховатость Ra = 0,8 мкм; производительность Q = 1200 мм<sup>3</sup>/мин; мощность N = 17 кВт.

**П. П. Серебренников**