

---

## ИНФОРМАЦИЯ

---

Б.И. Ставицкий

### ПАМЯТИ ЛАУРЕАТА ЛЕНИНСКОЙ ПРЕМИИ МСТИСЛАВА МИХАЙЛОВИЧА ФЕДОРОВА (К 95-летию со дня рождения)

*Федеральное государственное унитарное предприятие НПП ИСТОК,  
ул. Вокзальная, 2, г. Фрязино, 141120, Московская область, Россия*

В настоящей публикации освещается одна из многогранных сторон деятельности Мстислава Михайловича Федорова, который с 1953 по 1961 год был директором НИИ-160 (в настоящее время ФГУП «НПО «ИСТОК»), а затем заместителем Министра электронной промышленности СССР.

С разработкой в начале 50-х годов отражательных клистронов с электронной настройкой, высоконадежных приемно-усилительных ламп, первых образцов ламп обратной волны (ЛОВ) миллиметрового диапазона длин волн появилась необходимость в изготовлении ряда небольших и ажурных деталей с высокой точностью (до 0,002 мм): медных, никелевых, молибденовых, вольфрамовых и прочих сеток клистронов и других приборов, медных и молибденовых замедляющих систем ламп обратной волны, анодных блоков магнетронов миллиметрового диапазона волн, катодов из вольфрама, молибдена, бориды лантана и т.п.

Изготовление их традиционными способами было невозможно или представляло большие трудности при создании и производстве таких приборов. В связи с этим и появилась необходимость выяснить возможности изготовления прецизионных деталей электронных приборов (ЭП) электроискровым способом и создания условий, обеспечивающих производство других высокоточных деталей изделий электронной техники (для радиорелейных линий связи (РЛС), летательных аппаратов, поисковых РЛС, противорадиолокационных головок самонаведения, навигационной и измерительной аппаратуры).

Начало этого этапа относится к середине 50-х годов с возникновением проблемы изготовления особо точных деталей электровакуумных приборов СВЧ. Для ее решения в НИИ-160 – ГС НИИ ГК СМ СССР по радиоэлектронике (позже ГНПП «ИСТОК») были начаты работы по исследованию возможностей применения электроискрового способа.

Основные этапы развития электроискрового способа обработки материалов в НИИ-160:

*Ноябрь 1953 г.* Начало работ по исследованию возможности применения электроискрового способа обработки материалов для изготовления прецизионных деталей электровакуумных приборов, в частности цельных сеток клистронов для радиорелейных линий связи.



*Портрет лауреата Ленинской премии М.М. Федорова к его 70-летию (23 декабря 1978 г), выполненный в нержавеющей стали электродом-проволокой на оптико-копировальной электроискровой установке по рисунку Н.М. Денисова*

*Июнь 1954 г.* Начало работ по исследованию возможности применения электроискрового способа обработки материалов для изготовления приборов М-типа миллиметрового диапазона длин волн.

Мстислав Михайлович Федоров, ознакомившись с первыми результатами работ и поверив в неисчерпаемые возможности электроискровой обработки материалов для электронной и смежных отраслей промышленности, внес неоценимый вклад в появление, развитие принципиально новых методов особо точного формообразования, создание и производство оригинального оборудования для их осуществления, становление электроискрового прецизионного машиностроения.

Им были созданы поистине идеальные условия для проведения необходимых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, в осуществлении которых принимал активное участие.

По приказу М.М. Федорова 12 марта 1957 года в составе ОКБМ НИИ-160 на площадях нового главного корпуса (510 кв.м.) создается лаборатория электроискровой обработки материалов, преобразованная приказом от 1 декабря 1960 г. в отдел с лабораториями (технологии, источников питания, автоматизации), конструкторским бюро и опытно-производственными участками (электроискровым и механическим).

Середина 50-х – конец 60-х годов характеризуются разработкой в НИИ-160 новых методов особо точного формообразования поверхностей электродом-проволокой, методов «обратного» и последовательного копирования профиля электрода-инструмента, созданием первых в мире образцов электроискрового прецизионного оборудования, а также началом нового этапа интенсивного развития прецизионной электроискровой обработки металлов в различных отраслях промышленности Советского Союза.

Официальная регистрация 3 апреля 1943 года выдающегося открытия XX столетия советскими учеными Б.Р. и Н.И. Лазаренко *электроискровой обработки материалов*, перевернувшей представления об обрабатываемости материалов, совпала с организацией научно-исследовательского института № 160 с опытным заводом в составе Наркомата электротехнической промышленности СССР, основной целью создания которого была разработка и выпуск электронных приборов для радиолокационной техники. Началось становление отечественной СВЧ электронной отрасли. Создавались и строились новые заводы и институты в разных городах Советского Союза – в Новосибирске, Саратове и др.

Именно в этой отрасли (в НИИ-160 – ГС НИИ ГК СМ СССР по радиоэлектронике) в г. Фрязино в начале 50-х годов появились принципиально новые методы электроискрового особо точного формообразования деталей, разработаны новые технологические процессы, создан комплекс прецизионного электроискрового оборудования для изготовления деталей электронных СВЧ приборов и появилось электроискровое прецизионное машиностроение\*.

Исследования, начатые в середине 50-х годов в НИИ-160 – Научно-исследовательском институте Государственного комитета Совета Министров СССР по радиоэлектронике (позже ГНПП «Исток» электронной промышленности СССР) в созданной лаборатории электроискровой обработки материалов при непосредственном и активном участии изобретателя электроискрового способа обработки материалов доктора технических наук, лауреата Сталинской премии Бориса Романовича Лазаренко и директора института Мстислава Михайловича Федорова, показали не только возможность, но целесообразность и необходимость применения электроискрового способа для изготовления электронных приборов.

Результатами проведенных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ явилось создание физико-технологических основ электроискровой прецизионной обработки материалов, разработка новых методов электроискрового формообразования особо точных деталей (электродом-проволокой и методами последовательного копирования профиля электрода-инструмента), разработка оригинальных технологических процессов изготовления прецизионных деталей электронных приборов и технологического инструмента, основанных на идее использования зоны минимального взаимодействия электродов (инструмента и детали), создание прин-

---

\*В 1963 г. группе сотрудников НИИ-160 начальнику отдела электрических методов обработки материалов Б.И. Ставицкому, директору НИИ-160 М.М. Федорову и начальнику лаборатории Е.В. Холоднову за разработку новых методов изготовления особоточных деталей была присуждена Ленинская премия.

ципиально нового электроискрового прецизионного оборудования, прежде всего для изготовления деталей электродом-проволокой и комбинированных установок.

Установлено, что возможности и преимущества электроискрового способа в наибольшей мере проявляются при формообразовании деталей электродом-проволокой благодаря тому, что в этом случае обеспечиваются наилучшие условия естественной эвакуации продуктов эрозии из зоны обработки, исключается влияние износа электрода-инструмента на точность изготовления деталей, затрачиваются минимальные количества энергии (благодаря необходимости удаления ничтожно малого количества материала с обрабатываемой детали), отпадает необходимость изготовления высокоточных инструментов сложной формы, так как одним и тем же электродом-проволокой изготавливаются детали любой формы и различных размеров с вертикальными, наклонными и сложнопрофильными образующими поверхностями профиля.

Таким образом, уже в середине 50-х годов в Советском Союзе в НИИ-160 впервые в мире была показана возможность применения электроискрового способа обработки материалов для изготовления ажурных особо точных нежестких деталей. Было обеспечено изготовление миниатюрных деталей электронных приборов и технологического инструмента с точностью до единиц и шероховатостью до десятых долей микрометра. Оказалось возможным изготовление деталей, элементы которых не превышают 5 – 6 мкм, а также создание принципиально новых конструкций приборов и разнообразного инструмента.

Работы в середине 50-х годов были начаты с надеждой (и эти надежды блестяще подтвердились), что разработка научных основ и методов особо точного электроискрового формообразования поверхностей (полностью исключая влияние износа электрода-инструмента на точность изготовления деталей) и создание на их основе технологических процессов прецизионного изготовления миниатюрных деталей приборов и инструмента, а также соответствующего оборудования, позволит, с одной стороны, появиться принципиально новым конструкциям СВЧ приборов, а с другой – упростить технологию изготовления и улучшить качество уже выпускающихся изделий, имеющих важное народно-хозяйственное и оборонное значение. Поэтому был проведен комплекс научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в рамках соответствующих отраслевых комплексно-целевых программ.

Выполненные в НИИ-160 (ГНПП «ИСТОК») исследования по созданию новых методов изготовления особо точных деталей и научных основ технологии электроискрового формообразования и разработки электроискрового прецизионного оборудования (при активном участии и непосредственном курировании работ директором института, а затем заместителем Министра электронной промышленности СССР Мстиславом Михайловичем Федоровым) позволили:

- разработать и внедрить в производство изделий электронной техники оригинальные технологические процессы электроискрового изготовления деталей электронных приборов и технологического инструмента;

- открыть возможности для появления электронных СВЧ приборов миллиметрового и субмиллиметрового диапазона длин волн, не имеющих аналогов за рубежом;

- решить проблему изготовления многих прецизионных деталей других изделий, существенно повысив их качество и упростив существовавшие технологические процессы: сеток клистронов (с минимальной шириной перемычек 20 – 30 мкм) для радиорелейных линий связи, специальных приемно-усилительных ламп, тетродов, многолучевых СВЧ приборов и других электронных приборов; замедляющих систем ЛОВ сантиметрового, миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов волн; ламп бегущей волны (ЛБВ); анодных блоков магнетронов и амплитронов; корпусов, волноводов, магнитов, коллекторов, катодов, анодов и других деталей ЛБВ; пролетных каналов диаметром до десятых долей миллиметра одно- и многолучевых СВЧ приборов; металлосплавных и других катодов электронных приборов; полюсов из армо-железа с большим количеством малых отверстий для многолучевых СВЧ приборов; акустических линий задержки и усилителей пленочных твердотельных приборов, активных элементов полупроводниковых приборов, подогревателей, деталей широкополосных малошумящих усилителей, многих других деталей.

В результате комплекса работ, выполненных в соответствии с отраслевыми программами, были созданы более сотни моделей электроискрового оборудования серий А.207, А.202 и ЭХ (в том числе с системами ЧПУ на базе мини- и микро-ЭВМ).

В результате были разработаны научные основы технологии электроискрового особо точного формообразования, новые методы изготовления особо точных деталей и электроискровые комплексы, оснащенные системами ЧПУ со встроенными мини- и микро-ЭВМ. Это привело к появлению нового перспективного направления в машиностроении – электроискрового прецизионного станкостроения. Была решена важная научно-техническая проблема электроискрового изготовления прецизионных деталей с микронной точностью и высоким качеством обработанной поверхности, что позволило создать электровакуумные СВЧ приборы миллиметрового и субмиллиметрового диапазона длин волн, не имеющие аналогов за рубежом; решить проблему изготовления прецизионных деталей других электронных приборов: сеток клистронов для радиорелейных линий связи, специальных приемно-усилительных ламп (ПУЛ), тетродов; анодных блоков магнетронов и амплитронов; замедляющих систем ламп обратной волны; пролетных каналов многолучевых СВЧ приборов (МЛП) – клистронов и ЛОВ; металлосплавных и других катодов; акустических линий задержки и усилителей пленочных твердотельных приборов; активных элементов полупроводниковых приборов; подогревателей; деталей широкополосных малошумящих усилителей; дефлекторов и электронных оптических систем видиконов и многих других деталей приборов (например, прямопролетных масс-спектрометров для исследования состава верхних слоев атмосферы); расширить область применения разработанных процессов и прецизионного оборудования на основные и инструментальные производства смежных отраслей промышленности.

На базе СВЧ приборов, важнейшие детали которых изготавливаются электроискровым способом, созданы радиолокационные станции (РЛС) обнаружения, ставшие в 60-х годах основой ПВО страны и корабельных РЛС, а после 70-го года – линий связи космических объектов, например, таких, как космический корабль "Вега-Венера комета Галлея", а также индивидуальные носимые приемно-передающие спутниковые системы связи.

СВЧ генераторы малой и повышенной мощности, основные детали которых также изготавливаются электроискровым способом, применяются в самых разнообразных сферах военной и гражданской техники. Они стали основой многочисленных радиолокационных систем; навигационной аппаратуры самолетов, ракет и морских судов различных классов; радиоэлектронного оборудования спутников и космических кораблей, включая связные станции и системы мягкой посадки; поисковых станций радиоразведки и радиопротиводействия; противорадиолокационных головок самонаведения; разнообразной измерительной аппаратуры.

Применение разработанных технологических процессов и электроискрового прецизионного оборудования в приборостроении сделало возможным не только освоение в СВЧ технике миллиметрового и субмиллиметрового диапазона длин волн и создание конструкций СВЧ приборов на новом, более высоком технологическом уровне, но и новых перспективных компонентов в смежных отраслях.

В 1963 году группе сотрудников и директору НИИ-160 М.М. Федорову за разработку новых методов изготовления осебточных деталей была присуждена Ленинская премия.

К сожалению, из-за ряда объективных причин (в том числе связанных со сложившейся ситуацией в СССР, началом и развалом Советского Союза и последовавшим за этим катастрофическим падением производства в большинстве отраслей промышленности России и, прежде всего, на предприятиях оборонных отраслей и машиностроения) полученные результаты многолетних исследований оказались по-настоящему использованными практически только зарубежными фирмами.

Этому способствовало и негативное отношение к новому способу и его изобретателям ряда влиятельных специалистов электропромышленности и Министерства станкостроения и инструментальной промышленности СССР, а также других ведомств, которые не смогли разглядеть перспективы электроискрового способа, начавшего успешно конкурировать с традиционной металлообработкой

К сожалению, в настоящее время научно-исследовательские и серьезные опытно-конструкторские работы в этой области в России практически прекращены в связи с отсутствием необходимого финансирования.

Между тем память о Мстиславе Михайловиче Федорове (которому 23 декабря 2003 года исполнилось бы 95 лет), выдающемся советском руководителе-патриоте, внесшем неоценимый

вклад в становление и развитие в нашей стране одного из перспективнейших направлений в металлообработке – электроискровых особо точных методов формообразования деталей из любых токопроводящих материалов независимо от их физико-химических свойств, а также в появлении электроискрового прецизионного машиностроения, навсегда останется живой и будет передаваться из поколения в поколение.

Нет сомнения в том, что наступит время для нового дальнейшего бурного развития этого революционного процесса, так как он так же неисчерпаем, как и атом.

*Поступила 30.09.03*

### **Summary**

Official registration in 1943 of produced discovery XX of century by the Soviet scientists B.R. and N.I. Lazarencо of an electric spark machining of materials inverting introducing about a workability of materials, has coincided with architecture of research and development institute No 160 with a development plant in composition of an electrotechnical industry USSR, the main purpose of which creation was development and issue of electron devices for radar engineering. In this institute (after 10 years – State research and development institute USSR on radio electronics) in a start of the fiftieth years the in essence new methods high-tension apart precise formations of details have appeared, the new technological processes designed, the complex of the precision high-tension equipment for manufacture of details of electronic very high frequencies of gears is created. The invaluable contribution to occurrence(appearance), becoming and development of in essence new methods it is apart precise high-tension formations of the shapes of details and the occurrence(appearance) of a high-tension precision machine industry was introduced by(with) the director of institute, and later deputy minister of electronic industry USSR Fedoroff Mstislav Michaylovich. In 1963 to group of the employees and director Institute No 160 Fedoroff for development of new methods of manufacture it is apart precise of details was adjudged the premium of Lenin. December 23.2003. M.M. Fedoroff 95 years from birthday would be executed.

---