

Машиностроение и машиноведение

УДК 621.9.047

DOI:

С.Ю. Сьянов

**РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ
ОБРАБОТКИ**

Описаны этапы разработки функционально-ориентированных технологических процессов электроэрозионной обработки от выделения поверхностей деталей и их служебных функций до определения параметров процесса электрической эрозии, которые обеспечат не только параметры

качества поверхностного слоя, но и требуемые эксплуатационные свойства.

Ключевые слова: функционально-ориентированный технологический процесс, электроэрозионная обработка, качество поверхностного слоя, эксплуатационные свойства деталей машин.

S.Yu. Syanov

**DEVELOPMENT OF FUNCTIONALLY-ORIENTED TECHNOLOGICAL
PROCESS OF ELECTRICAL DISCHARGE MACHINING**

Describes the development of functionally-oriented technological process of electrical discharge machining. Functionally-oriented technological processes belong to a special thin, accurate and science-intensive technologies, which provide complete adaptation of the product to the features of its operation. Describes the stages of development of functionally-oriented technological process of electrical discharge machining from the allocation of

the surfaces of the parts and their functions to determine the process parameters of electric erosion, which will ensure not only the quality parameters of the surface layer, but also the required performance properties.

Key words: functionally-oriented technological process, electrical discharge machining, the quality of the surface layer, the operational properties of machine parts.

Введение

Электроэрозионная обработка (ЭЭО) - один из прогрессивных и экономически выгодных методов обработки материалов в машиностроении. Процесс формирования поверхностей деталей при ЭЭО осуществляется наиболее прогрессивным методом по сравнению с процессами механической обработки материалов резанием. ЭЭО позволяет проводить обработку как электропроводящих, так и неэлектропроводящих материалов независимо от их физико-механических свойств, формы и расположения поверхностей обрабатываемых деталей, что выгодно отличает ее от механической обработки резанием, в особенности при обработке труднообрабатываемых материалов.

Несмотря на положительные технические, технологические и экономические показатели, ЭЭО имеет свои области применения и недостатки из-за своей физиче-

ской природы. Основной недостаток ЭЭО - высокая энергоемкость по сравнению с обработкой резанием при изготовлении деталей простой формы из конструкционных материалов при одинаковых условиях обработки (производительности и качестве поверхностного слоя).

ЭЭО экономически выгодно применять при обработке изделий сложной пространственной формы и из труднообрабатываемых материалов, а также в тех случаях, когда поверхности достаточно сложно изготовить другими методами обработки.

Таким образом, ЭЭО имеет ряд существенных преимуществ, которые расширяют область практического применения данного метода обработки при производстве различных изделий машиностроения.

Процессы, протекающие при ЭЭО, подробно изучены, выявлено влияние тех-

нологических режимов обработки на качество поверхностного слоя, точность, износ электрода-инструмента и производительность процесса [1 - 5].

Однако разрушения механизмов и машин (износные, усталостные, коррозионные и др.) начинаются с рабочих поверхностей деталей, поэтому разработка мероприятий по повышению их надежности на основе обеспечения заданных, требуемых или предельных эксплуатационных свойств является актуальной проблемой. Данная проблема обычно решается на этапе конструкторской и технологической подготовки производства изделий. Особенно важным этапом подготовки производства изделий является разработка и реализация технологического процесса их изготовления. Именно на этом этапе формируются свойства изделий, необходимые для выполнения требуемых эксплуатационных функций.

Также можно отметить, что применяемые в настоящее время технологии электроэрозионной обработки изделий обеспечивают необходимые эксплуатационные показатели только для ограниченных условий работы. Решение данного вопроса возможно на основе применения для изготовления изделий электроэрозионными методами функционально-ориентированных технологий [6; 7].

Разработка функционально-ориентированного технологического процесса электроэрозионной обработки. Задача, которая решается при разработке функционально-ориентированного технологического процесса ЭЭО, - определение оптимальных условий ведения ЭЭО, обеспечивающих выполнение требуемых эксплуатационных функций и повышение надежности изделия в целом (рис. 1).

Основные этапы разработки функционально-ориентированных технологических процессов ЭЭО следующие:

- 1) анализ основных элементов конструкции и выделение типовых поверхностей изделия;
- 2) определение служебных функций типовых поверхностей изделия;
- 3) определение эксплуатационного свойства или группы эксплуатационных

свойств, обеспечивающих выполнение поверхностью изделия служебной функции;

4) определение параметров качества поверхностного слоя, обеспечивающих эксплуатационное свойство или группу эксплуатационных свойств;

5) рассмотрение схемы технологического воздействия, вариантов и условий реализации технологических операций ЭЭО для обеспечения необходимых параметров качества поверхностного слоя.

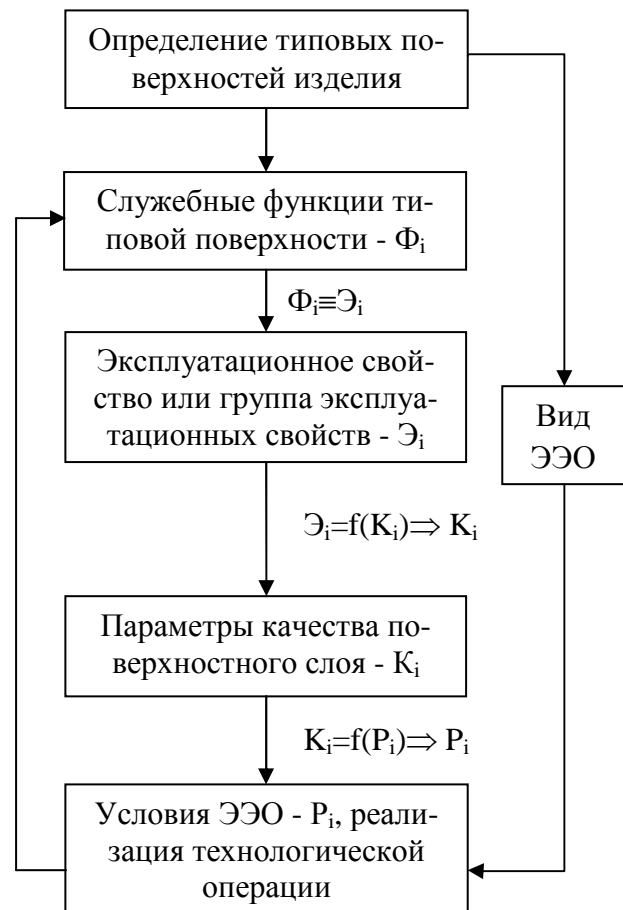


Рис. 1. Этапы разработки функционально-ориентированного технологического процесса электроэрозионной обработки

Классификацию типовых поверхностей деталей осуществляют с учетом общих требований к разработке технологического процесса. Технологический процесс обработки заготовки определяется формой (конфигурацией), точностью обработки и качеством обработанной поверхности, материалом детали, размерами, годовой программой выпуска и общей производственной обстановкой. Соответственно технологический процесс обработки типовых поверхностей детали также

должен учитывать перечисленные выше условия (требования, данные и т.п.). Однако применительно к типовой поверхности перечень определяющих факторов может быть сужен. Наиболее существенные показатели для типовой поверхности с точки зрения выбора маршрута обработки - форма (вид) поверхности, точность и качество поверхности, вид материала заготовки.

Размеры детали существенно влияют на характер оборудования и в меньшей мере - на маршрут обработки.

Поэтому все имеющиеся на деталях поверхности можно разделить на следующие типовые виды:

- 1) наружные цилиндрические - гладкие и ступенчатые;
- 2) наружные конические;
- 3) внутренние цилиндрические (отверстия) - гладкие и ступенчатые, сквозные и глухие;
- 4) внутренние конические;
- 5) плоские (в том числе торцовые и прерывистые);
- 6) фасонные;
- 7) резьбовые;
- 8) шлицевые;
- 9) зубья (различного профиля).

Вид типовой поверхности оказывает основное влияние на применяемые методы ЭЭО, которые делятся на следующие разновидности:

- 1) электроэрозионная отрезка;
- 2) электроэрозионное объемное копирование;
- 3) электроэрозионное вырезание;
- 4) электроэрозионное прошивание;
- 5) электроэрозионное шлифование;
- 6) электроэрозионная доводка;
- 7) электроэрозионное упрочнение;
- 8) электроэрозионное легирование.

Разбив изделие на типовые поверхности, необходимо определить их служебные функции.

Служебные функции поверхностей детали используются технологами при проектировании технологического процесса механической обработки.

Любое изделие предназначено выполнять соответствующее служебное на-

значение посредством своих поверхностей. Следовательно, каждая поверхность изделия предназначена выполнять определенную служебную функцию. Классификация поверхностей изделия по признаку служебного функционирования представлена на рис. 2.

Свободная поверхность (СП) – не сопрягаемая с поверхностями других деталей. Все свободные поверхности являются связующими, то есть служат для объединения всех исполнительных поверхностей в единое пространство «тело – деталь» и придания детали нужных форм, размеров, технологичности, прочности, эстетичности.

Исполнительные поверхности (ИП) – поверхности, при помощи которых машина или отдельные ее механизмы выполняют свое служебное назначение. Исполнительные поверхности подразделяются на технологические и конструкторские поверхности.

Технологические поверхности, или поверхности технологического назначения (ПТН), предназначены для технологических целей и не влияют существенно ни на служебное назначение, ни на форму детали. К ним относятся:

- разделяющие ПТН (например: технологические канавки); технологическая цель (функция) – разделение поверхностей с разной точностью во время обработки;

- базирующие ПТН (например: центровые отверстия, технологические выточки и отверстия, технологические плоскости); технологическая цель (функция) – базирование при обработке, то есть контакт с базовыми поверхностями приспособлений.

Конструкторские поверхности (КП) – поверхности, при помощи которых машина или отдельные ее механизмы выполняют свое служебное назначение; контактируют с поверхностями других деталей или с рабочей средой. Конструкторские поверхности делятся на рабочие и базирующие.

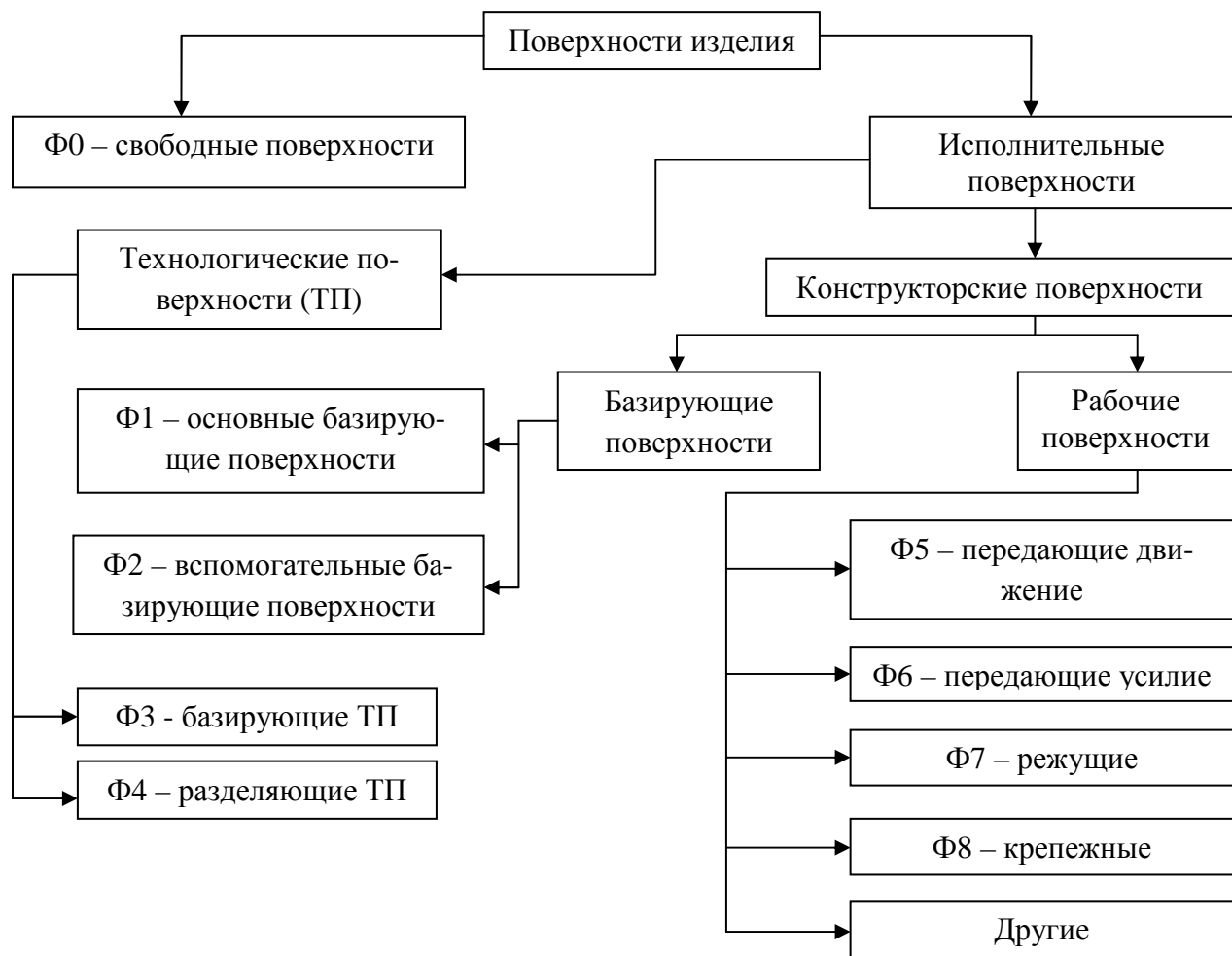


Рис. 2. Классификация функций поверхностей изделия

Рабочие поверхности (РП) участвуют в осуществлении того или иного рабочего процесса машины.

Поверхности или заменяющие их сочетания поверхностей, относительно которых определяется положение других поверхностей детали, принято называть базирующими поверхностями или базами. Для баз характерно определенное взаимное расположение, которое образует комплект баз.

После определения служебных функций Φ_i поверхностей изделий необходимо определить эксплуатационные свойства \mathcal{E}_i (износостойкость, усталостная прочность, контактная жесткость, коррозионная стойкость и др.), которые будут обеспечивать выполнение требуемой эксплуатационной функции.

Зная эксплуатационные свойства \mathcal{E}_i и функциональные взаимосвязи данных экс-

плуатационных свойств с технологическими параметрами, а именно с качеством поверхностного слоя ($\mathcal{E}_i=f(K_i)$) [8], можно определить оптимальные параметры качества поверхностного слоя K_i , необходимые для обеспечения требуемой эксплуатационной функции поверхности Φ_i .

Используя полученные параметры качества поверхностного слоя K_i , физику процесса ЭЭО и функциональную взаимосвязь параметров качества поверхностного слоя с условиями ведения ЭЭО ($K_i=f(P_i)$) [1 - 5], определяют необходимые технологические воздействия P_i (материал электрода-инструмента, свойства диэлектрической жидкости, технологический ток, технологическое напряжение, длительность и скважность импульса и др.) для обеспечения требуемой эксплуатационной функции поверхности изделия Φ_i .

Заключение

В статье изложен общий подход к разработке функционально-ориентированных технологических процессов ЭЭО на основе целого комплекса новых принципов проектирования технологических процессов. Для реализации функционально-ориентированных технологий ЭЭО приведена общая методология и методика их выполнения. Функционально-ориентированные технологии ЭЭО су-

щественно повышают технико-экономические показатели эксплуатации изделий и обеспечивают реализацию их полного потенциала возможностей. Также создаются возможности для обеспечения равной долговечности и качества эксплуатации всех элементов изделия. При этом существенно снижаются трудовые затраты на изготовление изделий и их себестоимость.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сьянов, С.Ю. Связь параметров электрофизической обработки с показателями качества поверхности, износа инструмента и производительностью процесса / С.Ю. Сьянов // Вестник Брянского государственного технического университета. - 2008. - № 1 (17). - С. 14-19.
2. Федонин, О.Н. Методика определения технологических остаточных напряжений при механической и электрофизической обработке / О.Н. Федонин, С.Ю. Сьянов // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). - 2002. - № 4. - С. 32.
3. Федонин, О.Н. Управление износом инструмента и производительностью процесса при электроэрозионной обработке / О.Н. Федонин, С.Ю. Сьянов, Н.И. Фомченкова // Вестник Брянского государственного технического университета. - 2014. - № 3. - С. 85-88.
4. Сьянов, С.Ю. Технологическое управление параметрами качества поверхностного слоя деталей машин при электроэрозионной обработке / С.Ю. Сьянов // Научно-технические технологии в машиностроении. - 2014. - № 6 (36). - С. 24-29.
5. Сьянов, С.Ю. Теоретическое определение параметров качества поверхностного слоя деталей, износа электрода-инструмента и производительности процесса при электроэрозионной обработке / С.Ю. Сьянов // Вестник Брянского государственного технического университета. - 2016. - № 1 (49). - С. 67-73.
6. Михайлов, А.Н. Общие особенности функционально-ориентированных технологий и принципы ориентации их технологических воздействий и свойств изделий / А.Н. Михайлов // Машиностроение и техносфера XXI века: сб. тр. XIV междунар. науч.-техн. конф. (г. Севастополь, 17-22 сент. 2007 г.): в 5 т. – Донецк: ДонНТУ, 2007. - Т. 3. - С. 38 – 52.
7. Михайлов, А.Н. Функционально-ориентированные технологии. Особенности синтеза новых и нетрадиционных свойств изделий / А.Н. Михайлов // Машиностроение и техносфера XXI века: сб. тр. XV междунар. науч.-техн. конф. (г. Севастополь, 15-20 сент. 2008 г.): в 4 т. – Донецк: ДонНТУ, 2008. - Т. 2.- С. 290 – 314.
8. Суслов, А.Г. Научные основы технологии машиностроения / А.Г. Суслов, А.М. Дальский. - М.: Машиностроение, 2002. - 684 с.
1. Syanov, S.Yu. Connection of electro-physical working parameters with surface quality, tool wear and process productivity / S.Yu. Syanov // Bulletin of Bryansk State Technical University. - 2008. - No 1(17). - pp. 14-19.
2. Fedonin, O.N. Methods for technological residual stress definition at machining and electro-physical working / O.N. Fedonin, S.Yu. Syanov // Metal Working (Technology, Equipment, Toolware). - 2002. - No 4. - pp. 32.
3. Fedonin, O.N. Tool wear and productivity control at electro-erosion machining / O.N. Fedonin, S.Yu. Syanov, N.I. Fomchenkova // Bulletin of Bryansk State Technical University. - 2014. - No 3. - pp. 85-88.
4. Syanov, S.Yu., Technological control of quality parameters in surface layer of machinery at electro-erosion machinery / S.Yu. Syanov // High Technologies in Mechanical Engineering. - 2014. - No 6. - pp. 24-29.
5. Syanov, S.Yu. Theoretical definition for quality parameters of surface layer in parts, tool-electrode wear and process productivity at electroerosion machining / S.Yu. Syanov // Bulletin of Bryansk State Technical University. - 2016. - No 1(49). - pp. 67-73.
6. Mikhailov, A. N. Common features of functionally-oriented technologies and principles orientation of their technological effects and properties of products // machine-building and technosphere of the XXI century. Proceedings of the XIV international scientific and technical conference in Sevastopol 17-22 September 2007 In 5 t. T. 3 / A. N. Mikhailov. - Donetsk: DonNTU, 2007. - P. 38 – 52.
7. Mikhailov, A. N. Functionally-oriented technologies. Features of the synthesis of new and

innovative features of the products // machine-building and technosphere of the XXI century. Proceedings of the XV international scientific and technical conference in Sevastopol 15-20

September 2008, At 4 T. T. 2 / A. N. Mikhailov. – Donetsk: DonNTU, 2008. - P. 290 – 314.

8. Suslov, A. G. Scientific basic technology of machinestrari / A. G. Suslov, A. M. Dalsky. - M.: Mashinostroenie, 2002. – 684 p.

Статья поступила в редколлегию 30.01.17.

*Рецензент: д.т.н., профессор Брянского государственного технического университета
Петрешин Д.И.*

Сведения об авторах:

Сьянов Сергей Юрьевич, к.т.н., доцент кафедры «Автоматизированные технологические системы» Брянского государственного технического универ-

ситета, тел.: (4832) 58-82-85, e-mail: SERG620@mail.ru.

Syanov Sergey Yurievich, Can.Eng., Assistant Prof. of the Dep. “Automated Technological Systems”

Bryansk State Technical University, Phone: (4832) 58-82-85, e-mail: SERG620@mail.ru.