



Рис. 2. Распределение микротвердости по толщине упрочненного слоя при электромагнитной наплавке с поверхностным пластическим деформированием ферропорошков: 1 – Fe-5 %V; 2 – Fe-6,5 %Cr; 3 – P6M5K5

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Барвинок В.А. Управление напряженным состоянием и свойствами плазменных покрытий. – М.: Машиностроение, 1990. – 384 с.
2. Ящерицын П.И., Кожуро Л.М., Ракомсин А.П. и др. Технологические основы обработки изделий в магнитном поле. – Мн.: Изд-во ФТИ НАНБ, 1997. – 416 с.
3. Витязь П.А., Ивашко В.С., Ильющенко А.Ф. и др. Теория и практика нанесения защитных покрытий. – Мн.: Белорусская наука, 1998. – 583 с.

УДК 621.9.048

А.В.Сиводел

### АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСНОВНЫХ СПОСОБОВ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ РАБОЧИХ ЭЛЕМЕНТОВ ВЫРУБНЫХ ШТАМПОВ

*Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь*

Вырубные штампы относятся к одной из наиболее трудоемких групп технологической оснастки. Основные трудности, с которыми приходится сталкиваться при их изготовлении, вызваны требованиями точного совмещения профиля пуансона с формой рабочей полости матрица и получение необходимого рабочего зазора в со-

пряжении пуансон-матрица.

Указанные недостатки устраняются при использовании электроэрозионного способа. Однако использование электроэрозионной обработки при изготовлении рабочих элементов вырубных штампов вызывает вопросы достижения необходимой точности и качества получаемой поверхности при требуемой производительности, а также вопросы изготовления электродов-инструментов, экономичности, трудоемкости и др.

К настоящему времени накоплен значительный опыт работ в этом направлении, разработаны способы формообразования деталей и соответствующие технологические процессы, основанные как на прошивании профильным электродом, так и на вырезании электродом-проволокой.

Установлено, что обработка рабочих элементов вырубных штампов в зависимости от их конструкции, серийности и др. при изготовлении различными электроэрозионными способами сопряжена с затратами, различающимися в несколько раз. Одним из основных показателей эффективности использования того или иного способа являются затраты станкочасов, в значительной степени определяющих себестоимость изготовления вырубных штампов. Вопрос о предпочтительности использования методов вырезания или прошивания до настоящего времени не получил однозначного разрешения. Сложность вопроса обусловлена наличием большого числа трудноучитываемых факторов.

При использовании метода вырезания [1] устраняется необходимость в изготовлении фасонных электродов, вырезание можно проводить по программе, в том числе с наклоном проволочного электрода к вертикальной оси заготовки, можно изготавливать пуансоны, копиры для последующего вырезания полостей в матрице и электродах. Метод позволяет осуществлять многостаночное обслуживание. На практике в большинстве случаев пуансоны изготавливаются независимо от матрицы. Это вызывает необходимость слесарной доработки, при этом очень сложно получить равномерно распределенный зазор по контуру между пуансоном и матрицей. Формообразование рабочих поверхностей пуансона и матрицы по одной программе возможно только на высокоточных и дорогостоящих станках. Многократное увеличение затрат времени происходит при изготовлении многопуансонных штампов.

Технология, основанная на прошивании [2, 3], в некоторых случаях позволяет устранить слесарные работы по обеспечению требуемого сопряжения рабочих элементов вырубных штампов. При этом обеспечивается равномерное распределение зазора, в значительной степени определяющее высокую точность штампов. Дополнительными операциями являются изготовление промежуточных электродов и обработка с их помощью полости матрицы на черновых режимах.

Электроэрозионное прошивание может проводиться методами прямого и обрат-

ного копирования [2]. Метод прямого копирования имеет следующие недостатки: электрод-инструмент определенного профиля может воспроизводить в полости матрицы профиль только одной конфигурации. Изготовление промежуточных электродов-инструментов в этом случае очень трудоемко. Получение необходимого зазора между пуансоном и полостью матрицы не всегда возможно. В ряде случаев приходится прибегать к использованию различных технологических способов и приемов. К ним относятся: формообразование в полости матрицы производят медными или графитовыми электродами; метод со смещением электрода-инструмента; последовательная обработка промежуточными и чистовым электродами и др.

Электроэрозионное изготовление матрицы и пуансона сложного профиля комбинированным методом [2] дает возможность осуществлять комплексное изготовление комплекта рабочих элементов вырубных штампов сложной конфигурации с высокой точностью. Суть способа заключается в следующем: вырезается специальный блок пластинчатых электродов, которыми по методу обратного копирования обрабатываются пуансон и промежуточные электроды для обработки полости матрицы. При этом, изменяя режимы обработки, изготавливаются электроды различных размеров. Способ обратного копирования обеспечивает постоянную величину зазора по всему контуру профиля. Такое изготовление рабочих элементов вырубных штампов также связано с определенными трудностями, так как приходится изготавливать электроды для обработки пуансона и промежуточные электроды для формообразования полости матрицы, что требует дополнительных затрат времени и соответствующего вырезного и копирующего оборудования. Однако промежуточные электроды можно использовать многократно (до 8 – 12 раз), что значительно снижает затраты на их изготовление, переносимые на стоимость штампов.

Перспективна технология, основанная на принципе «технологической пары» [2]. Особенностью данного способа является формообразование сопрягаемой поверхности одной из деталей с помощью второй в процессе электроэрозионной обработки. Электрод-инструмент (пуансон) изготавливается методами резания, на удлиненной части которого проводится занижение размеров по всему периметру на величину, которая устанавливается в зависимости от требуемого зазора. Затем пуансон используется в качестве электрода-инструмента. При таком способе, после удаления эродированной части, обеспечивается условие равномерности распределения зазора между матрицей и пуансоном.

Проведенный анализ основных методов электроэрозионной обработки рабочих деталей вырубных штампов позволяет сделать выводы, что для выбора конкретного электроэрозионного метода необходимо производить предварительную оценку экономической эффективности, при которой следует учитывать требуемую величину зазора в сопряжении матрица-пуансон, материал и форму детали, серийность произ-

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мицкевич М.К. К вопросу о сравнительной эффективности различных методов электроэрозионной обработки деталей разделительных штампов. Сообщение 1// Электронная обработка материалов. – 1985. - № 3. – С. 16 – 21. 2. Мицкевич М.К. К вопросу о сравнительной эффективности различных методов электроэрозионной обработки деталей разделительных штампов. Сообщение 2// Электронная обработка материалов. – 1985. - № 4. – С. 15 – 23. 3. Гурвич Р.А. Производительность изготовления отверстий в твердом сплаве электроэрозионным способом // Электронная обработка материалов. – 1973. - № 6. – С. 16 – 20.

УДК 621.793

**Н.В. Спиридонов, В.В. Зенькевич, А.С.Володько, Л.И.Пилецкая**

### **Триботехнические и физико-механические характеристики поверхностей, упрочненных механическими смесями на основе самофлюсующихся сплавов**

*Белорусский национальный технический университет*

*Минск, Беларусь*

Износостойкость, как физико-механическая характеристика покрытий, структурно-чувствительна. Химический и фазовый состав материала, структурное состояние, параметры субмикроструктуры, а также свойства, взаимное расположение, количественное соотношение и характер связи отдельных составляющих структуры являются наиболее существенными факторами, определяющими сопротивление металлических сплавов изнашиванию. Для различных условий воздействия изнашивающих нагрузок оптимальная износостойкость создается при различных, но характерных для каждого конкретного случая структурных состояний материала.

Проведенные исследования микроструктуры, фазового состава, параметров субмикроструктуры покрытий из самофлюсующихся сплавов после лазерного оплавления позволили выявить существенные отличия их от покрытий, оплавленных с использованием объемного, в частности, печного нагрева. При этом структуру покрытий можно целенаправленно формировать путем изменения режимов обработки. Известно, что структура покрытий после лазерного оплавления на оптимальных режимах характеризуется пересыщенным состоянием твердого раствора, измельчением структурных составляющих, направленной кристаллизацией и равномерным распределением в металлической матрице сплава дисперсных частиц выделений упроч-