

## **Моделирование процесса чистового разделения материалов**

*Modeling of process of fair division of materials*

*Хафизов И.И., Закирова А.Р., Садыков З.Б.*

*ФГАОУ ВПО Казанский (Приволжский) федеральный университет*

*КНИТУ им. А.Н. Туполева - КАИ*

*Increase of accuracy of processing with минимальными material losses at division is possible if to use regularities of process of division by disk tools with settlement geometrical parameters with adaptive management on several coordinates, creation of new ways of management by the provision of various parts of the tool and groove calibration after preparation division with the minimum allowance.*

Для разрезания дефицитных металлических материалов используются, как традиционные способы механической обработки, так и новые виды электроискровой, электроконтактной, ультразвуковой, электрохимической, электроалмазной методы резки. Приведенные методы обработки позволяют выбрать наиболее оптимальный метод, удовлетворяющий требованиям чертежа и технических условий на изготовления детали при минимальных издержках производства.

Поскольку приведенные виды относятся к обработке деталей из конструкционных сталей, то при обработке высокотвердых, жаропрочных, магнитных сплавов и материалов параметры процессов по сравниваемым характеристикам значительно лучше при применении электрических методов обработки, особенно комбинированной-электроалмазной, будем рассматривать их показатели.

Стоимость материалов в машиностроении составляет от 40 до 80% общей себестоимости продукции. Поэтому снижение удельного расхода материала на единицу продукции имеет большое экономическое значение. В нашем случае, при выборе метода обработки, экономию материала в процессе резания можно достичь применением инструмента с минимальной толщиной и минимальной глубиной измененного слоя после обработки. Минимальная толщина используемых инструментов для всех электрических

методов обработки сопоставимы и не превышает  $t=1\text{мм}$ . Сравнивая характеристики рассматриваемых методов обработки по глубине измененного слоя находим, что электроконтактная обработка дает максимальную глубину измененного слоя по сравнению со всеми видами, вследствие его мы можем исключить из рассмотрения, как неконкурентоспособный процесс.

Электроискровой и ультразвуковой методы обработки имеют незначительную производительность процесса, поэтому предпочтительнее выбирать для разделения заготовок и обработки прямолинейных каналов электроалмазную обработку.

Электроалмазная резка в основном применяется для обработки деталей из сверхтвердых и хрупких материалов (вольфрама, молибдена и их сплавов). Обычно процесс резания ведут с вращением электрода-инструмента и с неподвижной обрабатываемой заготовкой.

Электрод-инструмент – алмазный круг изготавливают на металлической основе. Алмазные зерна размерами от 30 до 150 мкм располагают по периферии круга и закрепляют гальванически.

Алмазные зерна круга выполняют две функции: предотвращают возможность непосредственного электрического контактирования основы инструмента с заготовкой, тем самым повышают плотность тока, кроме того, механически ускоряют удаление образовавшихся продуктов растворения.

При электроалмазной обработке можно установить режимы как с преимущественным механическим съемом, так и с преимущественной электрообработкой. Обычно доля механического съема составляет 50...60%. Технологические показатели процесса электроалмазной резки зависят от долевого соотношения механической и электрической составляющих и их необходимо устанавливать исходя из конкретных требований, изложенных в чертежах и в технических условиях на изготавливаемую деталь.

Одним из основных преимуществ процесса электроалмазной резки является применение при обработке тонкого дискового инструмента, толщиной от 0,3 до 0,6 мкм.

Однако применяемый в процессе резания тонкий нежесткий дисковый инструмент может терять устойчивость (стабильность) формы под влиянием усилия подачи. Кроме того, в процессе электроалмазной резки боковые поверхности обрабатываемого пореза имеют характерный склон V-образной формы, вследствие анодного растворения.

Для избежания указанных недостатков авторами при разработке гибких автоматизированных модульной конструкции станков использованы ряд технических решений на уровне изобретений (А.С.1016129,1641539, 1641540, 1653920, 1657303).

Технологический процесс на этих станках строится с учетом реализации режимов обработки по управляющим координатам. В модуле предусмотрено 6 рабочих управляющих координаты, которые рассмотрены ниже.

Координата I – управление образованием направляющей лунки необходимо для обеспечения вертикального вхождения нежесткого диска в тело заготовки путем подачи в межэлектродный зазор «h» электролита и напряжения «V» от дополнительного источника питания. Таким образом формируется «лунка» для осуществления плавного, вертикального вхождения инструмента в заготовку.

Координта II Управление врезанием диска в заготовку с минимальным боковым биением инструмента. Регуляторы давления работают в противофазе, при этом дисковый инструмент находится под воздействием изменяющегося давления электролита, то обеспечивают компенсацию биений.

Координата III. Управление скоростью подачи дискового инструмента.

С дифференциального токового датчика, запитываемого напряжением высокой частоты порядка 1,5 мГц снимают сигнал в виде напряжения,

пропорционального комплексному сопротивлению катушек датчика, которое зависит от величины наведенных вихревых токов в поверхностном слое токопроводящего диска. Напряжение с токовихревого датчика поступает на вход компаратора, сравнивается с величиной напряжения, выходной сигнал от компаратора поступает на управляемый электропривод скорости подачи алмазного диска, тем самым изменяют величину подачи круга.

Координата IV. Управление положением режущей части алмазного диска в пазу (в процессе резания) осуществляется применением электродов-инструментов выполненных составным из нескольких дисков, наложенных друг на друга с эксцентриситетом относительно оси вращения, что позволяет периодически создавать в зоне обработки увеличенный торцевой и боковой зазоры за счет плавного изменения величины снимаемого слоя материала. Предложенный способ управления положением режущей части диска в пазу обеспечивает стабильность обработки путем гашения боковых колебательных перемещений периферии за счет симметричного их расположения относительно плоскости совмещения дисков. Попеременное смещение режущей части каждого диска в сторону стенок паза исключает V-образность формы паза и позволяет получать пазы с вертикальными стенками.

Электрод-инструмент выполненный составным из двух и более дисков, наложенных друг на друга с эксцентриситетом относительно оси вращения позволяет периодически создавать в зоне обработки увеличенные зазоры и тем самым промывать зону обработки свежим электролитом интенсифицируя электрохимическое растворение обрабатываемого материала и в следующий период обеспечивается механическое резание и вынос продуктов обработки.

Координата V. Управление стабилизацией формы диска позволяет исключить воздействия случайных факторов, вызывающих изгиб диска. Использование этой координаты необходимо при разделении заготовок в кассете, когда приходится увеличивать диаметр диска на глубину разделения нескольких рядов заготовок.

## Координата VI. Управление калибровкой стенок паза.

Как показано на Рис.1а в процессе разделения материалов возникает погрешность поверхности паза, что ограничивает технологические возможности при разделении заготовок с повышенным сечением.

Процесс осуществляют следующим образом: заготовку (рис. 2.8 а) устанавливают на электроабразивный станок с положением зоны разделения напротив электроабразивного инструмента, зерна, которого препятствуют прямому электрическому контакту инструмента с заготовкой. Включают перемещение инструмента относительно заготовки (вращение для дисков, продольное движение для лент), подают электролит в место разделения заготовки, ток на инструмент (минус) и заготовку (плюс). Включают прямую подачу инструмента и разделяют заготовку с образованием боковых поверхностей и в зоне разделения заготовки, которые под действием анодного растворения боковыми поверхностями и инструмента получают уклоны (если заготовка не вращается) или конусы (при вращении заготовки). Уклоны и конусы должны быть удалены, что требует дополнительной операции (как правило, шлифования) с потерей большого слоя материала на припуск и средств на дополнительную операцию. Для исключения дополнительной операции заготовку перемещают: в направлении, например, в сторону боковой поверхности инструмента. При этом за счет удаления уклона (конуса) на боковой поверхности зоны разделения площадь обработки возрастает и увеличивается ток (от источника тока), поступающий на инструмент и заготовку. Ток стабилизируется при контакте инструмента со своей боковой поверхностью зоны разделения заготовки. После этого заготовку перемещают в направлении до совмещения боковых поверхностей с отключением перемещения в момент стабилизации величины технологического тока. Ток может быть выключен. Затем включают обратную подачу инструмента и выводят инструмент из зоны разделения заготовки.

Рассмотрен пример конкретного осуществления способа: требуется

разделить на таблетки круглый пруток из вольфрама. Диаметр прутка 6,4 мм, высота таблетки 1,2 мм. При разделении электроэрозией (диск шириной 2,5 мм) для удаления припуска (1,2 мм) на последующее шлифование требовалось 0,3 минуты при общей трудоемкости на деление 2,8 минуты. При этом брак деталей по точности достигал 25%. Электроабразивное резание, применяемое ранее, не позволяло избежать последующего шлифования, хотя снижало трудоемкость деления до 2,5 минуты, а брак - до 20%.

Нами предложен способ калибровки боковой поверхности, позволяющий снизить остаточную погрешность от воздействия электрического поля до 1-3 мкм при увеличении потерь материала не более чем на 5%.

#### Список литературы

1. Де Барр А.Е., Оливер Д.А. Электрохимическая обработка/ М.: Машиностроение. 1973. 183 с.
2. Кащеев В.Д. Закономерности процесса формирования микрошероховатости поверхности при различных видах электрохимической обработки // Материалы Международного симпозиума (ИСЕМ-6). Краков. 1980. С.355-359.
3. Патент РФ на изобретение № 2333820 Способ комбинированного деления токопроводящих материалов. Зарегистрировано в государственном реестре изобретений РФ 20 сентября 2008г. Бюл. № 26