

МАЛООТХОДНЫЕ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ РАЗДЕЛЕНИЯ ДЕФИЦИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Хафизов И.И., Закирова А.Р.

Казанский (Приволжский) федеральный университет

Садыков З.Б.

Казанский национальный исследовательский технический университет им.
А.Н. Туполева

Аннотация. Рассмотрены электрические методы малоотходного разделения дефицитных материалов. Основаны и предложены рациональные способы разделения различных по форме сечения разрезаемых материалов.

The abstract. Electric methods of low-waste division of scarce materials are considered. Rational ways of division various in a form of section of cut materials are based and offered.

Ключевые слова: разделение материалов, токопроводящие материалы, комбинированные методы, технологический процесс, малоотходное разделение, технологический режим.

Keywords: division of materials, the current-carrying materials, the combined methods, technological process, low-waste division, technological mode.

Существует несколько способов разделения материалов с наложением электрического поля.

Таблица 1

Электрические способы разделения материалов

№ п/п	Способ разрезания	Отличительная особенность способа	Область применения	Ограничения в применении
1	Электрохимическая обработка с неподвижными электродами	С нанесением электроизоляционного покрытия на аноде	Разрезание плоских заготовок толщиной до $t = 0,5$ мм	Не перспективна для разрезания круглого сечения заготовок
2	Электрохимическая обработка струйным методом	Токоподвод с высоким напряжением омывается потоком электролита	Пригоден для разрезания материала толщиной до $t = 0,3$ мм	Ограничения толщины разрезаемого материала, использование высокого напряжения
3	Электроконтактная резка	Вращающийся дисковый электрод в жидкой диэлектрической среде	Разрезание заготовок различного сечения	Необходимость защиты от разбрызгивания вращающимся диском
4	Электроэрозионная резка, искровая и импульсная	Резка профильным и непрофильным электродом- проволокой	Разрезание закаленных заготовок в инструментальном производстве	Износ электрода-инструмента
5	Электроалмазное разрезание	Комбинирование процессов электрохимической электроэрозионной и абразивной обработки	Разрезание сверхпрочных и дефицитных материалов	Образование уклона разрезаемых поверхностей

На наш взгляд наиболее перспективным методом разделения дефицитных материалов с наложением электрического поля является электроалмазная резка, и в данной статье будем рассматривать различные схемы разделения материалов электроалмазным методом.

Схемы разделения материалов электроабразивным кругом.

В технике при разделении заготовок с сечением менее 15 мм^2 используются следующие технологические схемы:

а. Разрезка одним диском одной заготовки (рисунок 1) с постоянной подачей, заготовка 1 может иметь любое сечение.

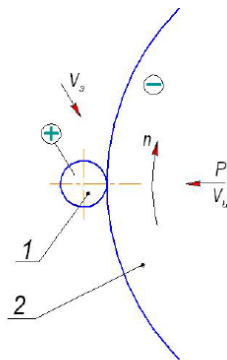


Рисунок 1 - Разрезка круглой заготовки электроабразивным методом

- 1- заготовка
- 2- инструмент-электроабразивный диск
- P-сила подачи инструмента
- V_u - скорость подачи инструмента
- V_s - подача рабочей жидкости (электролита)

Для осесимметричных сечений (например, круглых) заготовка может иметь вращательное движение вокруг оси (n на рисунке 1) со скоростью до 10 м/мин.

Подача может происходить с регулированием по силе P или скорости V_u .

К достоинствам схемы относится простота оборудования, средств технологического оснащения[1].

Однако, процесс весьма трудоемок. В ряде случаев вспомогательное время в 2-3 раза превышает машинное. При перестановке инструмента или заготовки возникают погрешности, в конце разделения имеют место сколы кромок хрупких материалов.

Погрешность в месте разделения, как правило, превышает 0,3-0,4 мм, а припуск на последующую обработку более 0,5 мм на сторону. Ширина паза более 0,5 мм.

Схема находит применение в единичном производстве.

б. Та же схема (рисунок 1), но с управляемой скоростью или силой подачи.

Здесь можно устранить некоторые дефекты, возникающие при разделении по схеме 1. В частности снижается изгиб диска под действием силы P что позволяет снизить ширину паза для мелких заготовок до 0,35-0,4 мм. Однако, трудоемкость операции высока, погрешности могут превышать толщину диска. Схема применяется для разделения хрупких материалов в единичном и мелкосерийном производстве.

в. Многоинструментальная схема с несколькими дисками, подключенными к одному источнику тока (рисунок 2)

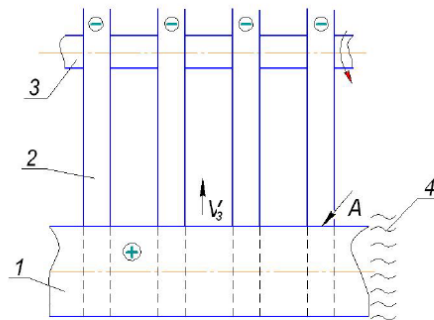


Рисунок 2 - Многоинструментальное разделение

- 1- заготовка;
- 2- инструмент-диск;
- 3- вал привода;
- 4- рабочая среда;
- 5- V_3 – подача заготовки на врезание;
- A – зона обработки.

В этом случае требуется регулируемая подача инструмента (V_i) или заготовки (V_3) в направлении резания. Возможно вращение заготовки 1.

Режимы разделения зависят от условий протекания процесса под каждым диском и управление при такой схеме возможно, если оборудование оснащено адаптивной системой подачи блока инструментов с обратной связью по сигналам датчиков положения дисков. Схема используется на предприятиях при наличии специального оборудования.

Ширина паза обычно не менее 0,4 мм, погрешность 0,2 – 0,3 мм на сторону, для крупных (сечение более 2-3 мм) заготовок требуется окончательная обработка паза для снижения погрешностей. Скорость подачи V_3 зависит от числа диска и снижается с увеличением их количества.

г. Схема по пункту в с индивидуальными источниками тока на каждый диск (рисунок 2).

Здесь заготовка соединяет электрическую цепь и эффект от усложнения конструкции станка и средств управления становится не существенным. Такая схема не нашла применения, хотя и исследовалась специалистами.

д. Кассетное разделение одним или несколькими дисками с последовательной обработкой заготовок (рисунок 3)

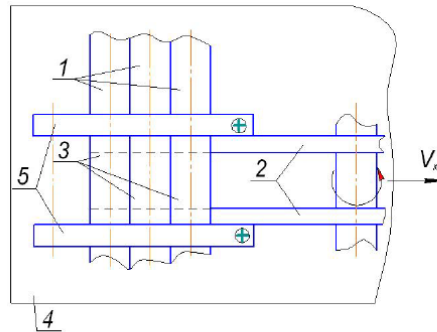


Рисунок 3 - Разделение заготовок в кассете с последовательной разрезкой

- 1- Заготовки;
- 2- диски- инструменты;
- 3- детали;
- 4- кассета;
- 5- прижимы;
- 6- V_k - скорость подачи на врезание кассеты

Здесь наиболее эффективным является адаптивное управление подачей кассеты (иногда инструмента), т.к. каждая последующая заготовка повторяет этапы разделения предшествующей и система адаптации настраивается на оптимальный режим, обеспечивающей наиболее высокие технологические показатели.

Прижимы 5 обеспечивают стабильность получения всех деталей 3 и снятие их с кассеты после обработки. В схеме может использоваться система адаптивной стабилизации положения дисков, устранения прогибов по диаметру.

Однако, точность разрезки по такой схеме не высока из-за анодного растворения боковых поверхностей деталей. Для использования необходимы инструменты с диэлектрическим покрытием боковых поверхностей (рисунок 4).

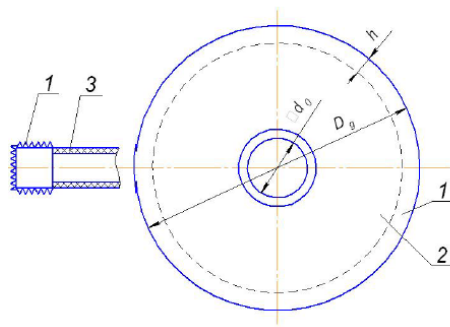


Рисунок 4 - Электроабразивный диск с покрытием

- 1- абразивонесущий слой шириной h ;
- 2- зона диэлектрического покрытия;
- 3- диэлектрическое покрытие;
- D_g - диаметр диска;
- d_o - диаметр посадочного отверстия.

Толщина покрытия, как правило, превышает 0,2-0,3 мм на сторону, что требует утонения диска в зоне покрытия (рисунок 4) и общего увеличения его толщины в 2-3 раза. Это приводит к потере дефицитных материалов, хотя и позволяет в ряде случаев избежать последующих технологических операций по чистовой обработке торцов.

К недостаткам такого инструмента можно отнести нарушение изоляции при изгибах и невозможность использования разрядов на боковой поверхности для стабилизации положения диска.

е. Разделение в кассете с постоянной площадью обработки (рисунок 5) Весь слой заготовок 1, заполняющих полость в кассете 3, прижат зажимами аналогично схеме на рисунке 3.

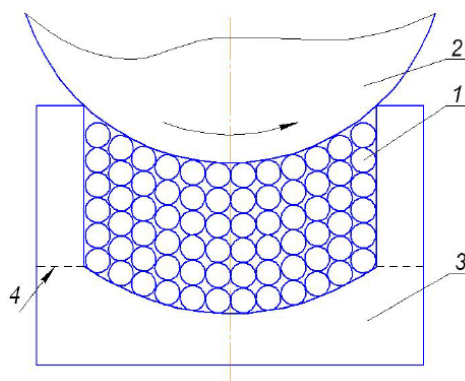


Рисунок 5 - Разделение в кассете с постоянной площадью обработки

- 1- заготовки;
- 2- диск;
- 3- кассета;
- 4- граница пазов в кассете для прохода диска.

На рисунке 5 диск 2 с начала разделения работает при режимах, близких к стационарным, но воздействие электрического поля на торцевые поверхности деталей вызывает, значительные погрешности и потери материала. Возрастают погрешности между деталями, получаемыми из заготовок, находящихся на различных участках кассеты. Требуется диски увеличенного диаметра D_g (рисунок 4), что ухудшает точность разделения.

Рассматриваемая схема является наиболее перспективной, если будут предложены методы калибровки непосредственно в кассете боковых поверхностей пазов. Последнее становится возможным, если оборудование оснащено еще одной координатой, возможно, с адаптивным управлением.

Таким образом, повышение точности обработки при минимальных потерях материала при разделении возможно при использовании закономерностей процесса разделения дисковыми инструментами с расчетными геометрическими параметрами при адаптивном управлении по нескольким координатам, создании новых способов управления положением различных частей инструмента и калибровке паза после разделения заготовки с минимальным припуском[2].

Исключение последующих операций по обработке мест разделения деталей позволяет в несколько раз ускорить процесс обработки, значительно повысить точность и качество деталей, снизить расход дефицитных материалов.

Автоматизация процесса разделения заготовок снижает негативное воздействие на человека и окружающую среду[3].

Литература

1. Электрофизические и электрохимические методы, обработки материалов/ Б.А. Артамонов, Ю.С. Волков, В.И. Дрожалова и др. Т.1,2 Обработка материалов с применением инструмента/ Под ред. В.П. Смоленцева. - М.: Высшая школа, 1983.
2. Хафизов И.И. Малоотходное чистовое разделение дефицитных материалов комбинированным методом. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Изд-во ГОУ ВПО ВГТУ, 2007.–18с.
3. Хафизов И.И., Садыков З.Б., Закирова А.Р. Средства и методы управления процессом электроалмазной обработки. Проблемы и перспективы развития авиации, наземного транспорта и энергетики «АНТЭ-2009»: Материалы V Всероссийской научно-технической конференции. Т. 2. 12-13 октября 2009 года. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2009. – С.88-91.