

## АНАЛИЗ СПОСОБОВ МАЛООТХОДНОГО РАЗДЕЛЕНИЯ ДЕФИЦИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ С НАЛОЖЕНИЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

И.И.Хафизов к.т.н., доцент, hafizov80@yandex.ru, ФГАОУ ВПО К(П)ФУ  
З.Б.Садыков д.т.н., профессор, КНИТУ им. А.Н. Туполева

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

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

Существует несколько способов разделения материалов с наложением электрического поля.

Табл.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 непрофилированным электродом-проволокой	Разрезание каленных 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  $15 \text{ мм}^2$  используются следующие технологические схемы:

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

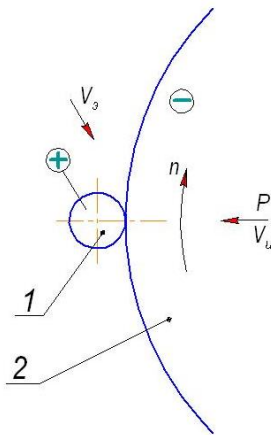


Рис. 1 Разрезка круглой заготовки электроабразивным методом

1- заготовка

2- инструмент-электроабразивный диск

P-сила подачи инструмента

$V_u$ - скорость подачи инструмента

$V_3$ - подача рабочей жидкости (электролита)

Для осесимметричных сечений (например, круглых) заготовка может иметь вращательное движение вокруг оси ( $n$  на рис.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 использование в единичном производстве.

б. Та же схема (рис.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 (рис.2)

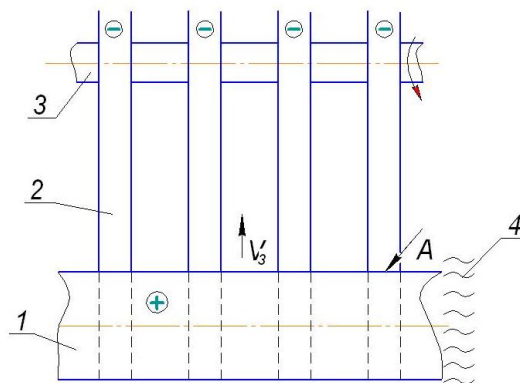


Рис. 2 Многоинструментальное разделение

- 1- заготовка;
- 2- инструмент-диск;
- 3- вал привода;
- 4- рабочая среда;
- 5-  $V_3$  – подача заготовки на врезание;
- А – 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 (рис.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 (рис.3)

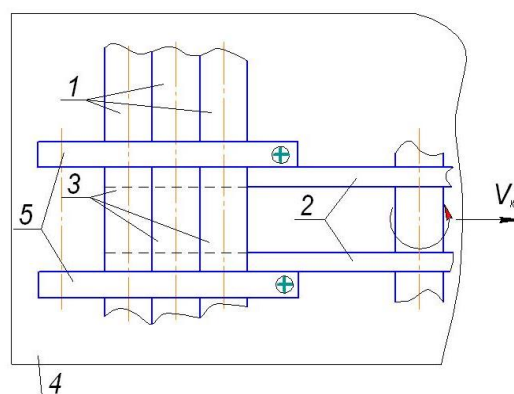


Рис.3 Разделение заготовок в кассете с последовательной разрезкой

- 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 (рис.4).

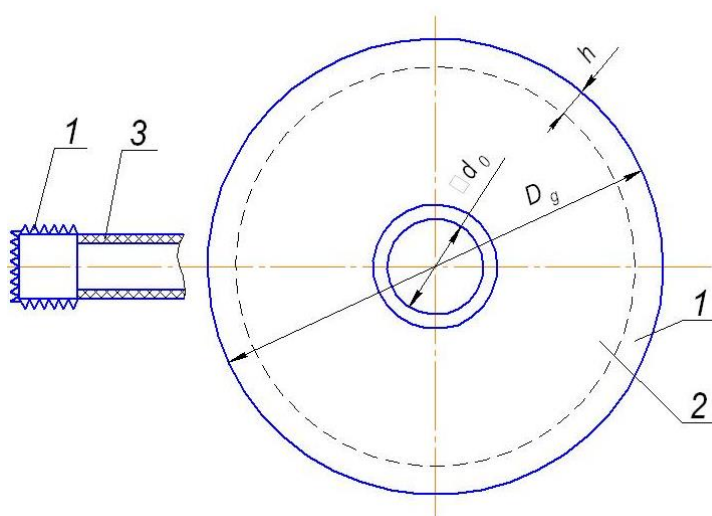


Рис.4. Электроабразивный диск с покрытием

- 1- абразивонесущий слой шириной  $h$ ;
- 2- зона диэлектрического покрытия;
- 3- диэлектрическое покрытие;
- $D_g$ - диаметр диска;
- $d_0$ - диаметр посадочного отверстия.

Толщина покрытия, как правило, превышает 0,2-0,3 мм на сторону, что требует утонения диска в зоне покрытия (рис.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 (рис.5) Весь слой заготовок 1, заполняющих полость в кассете 3, прижат зажимами аналогично схеме на рис.3.

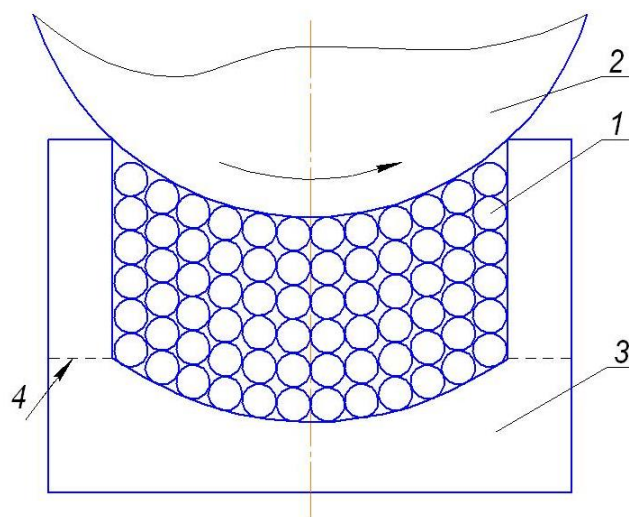


Рис.5 Разделение в кассете с постоянной площадью обработки

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

На рис.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. Требуются диски увеличенного диаметра  $D_g$  (рис.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].

#### Список источников

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. – 18 с.

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.