

УДК 621.9.047

Е.В. СМОЛЕНЦЕВ

КЛАССИФИКАЦИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ

Представлена классификация существующих высокопроизводительных комбинированных методов обработки. Рассмотрена их структура и виды формообразующих воздействий на заготовку. Показана область эффективного применения комбинированных методов в машиностроении.

Ключевые слова: комбинированные методы, комбинированное воздействие, формообразование под действием электрического тока, технология машиностроения.

Введение. Комбинированные методы обработки являются сочетанием различных технологических приемов, в каждом из которых пытаются использовать и усилить положительные качества, необходимые для технологического процесса изготовления детали. При различном сочетании магнитного, химического, механического (постоянного или импульсного) и теплового воздействий создана целая гамма комбинированных методов обработки (их около 20), тогда как существует реальная возможность разработки примерно 800 таких видов. В качестве признаков, подлежащих усилению, может выступать любой технологический параметр обработки или их сочетание (производительность, качество и др.).

Для эффективного применения комбинированных методов обработки в производстве необходимо четко представлять, за счет чего происходит процесс формообразования. Кроме того, зная виды воздействия при том или ином способе, можно оценить целесообразность их использования в каждом конкретном случае, исходя из технических требований к обрабатываемой детали, возможностям оборудования и т.д. Таким образом, возникла необходимость в разработке классификатора комбинированных методов обработки.

Для решения задачи по созданию классификатора комбинированных методов обработки (КМО) были выделены комбинированные методы обработки, технологические возможности которых могут использоваться в машиностроении. Значительная часть этих методов создана на уровне изобретений и исследована в объемах, необходимых для проектирования технологии их применения в машиностроении.

Результаты исследования. Комбинированные методы обработки с наложением электрического поля.

I. Обработка за счет анодного процесса:

1.1. Электроэрозионно-химический КМО. Основные виды воздействия: тепловое импульсное и химическое. Применяется преимущественно при прошивании отверстий, полостей, а также при маркировании сплавов с диэлектрическим покрытием (а.с. 973271).

1.2. Электроабразивный КМО. Основные виды воздействия: механическое силовое, импульсное (МСИ), тепловое циклическое, химическое. Метод используют при шлифовании твердых токопроводящих материалов, электрохимикоабразивном хонинговании, притирке, шлифовании крупногабаритных изделий (патент 2224626).

3. Электромеханическое упрочнение. Основные виды воздействия: тепловое импульсное, МСИ. Происходит при наложении тока за счет образования закаленной зоны на заготовке.

4. Электрохимикомеханический КМО. Основные виды воздействия: механическое силовое (МС), химическое. Позволяет осуществлять чистовую обработку каналов с гарантированным наклепом поверхностного слоя (а.с. 1085734, 663518, патент 2191664) и разделение металлических конструкций (патент 2165341).

5. Электроконтактнохимический КМО. Основные виды воздействия: химическое, механическое силовое, постоянное малой интенсивности. Производят локальное удаление припуска (вос-

становление профиля зуба, шлицевых и зубчатых контактных пар при одностороннем износе по патенту 2183150) и др.

6. Безабразивная полировка диэлектрическим притиром. Основные виды воздействия: химическое (анодное растворение), МС малой величины. Представляет собой отделочную обработку металлических заготовок с дополнительным электродом-инструментом и притиром из диэлектрика (например, из бука, минералокерамики).

7. Электроконтактная обработка непрофилированным инструментом. Основные виды воздействия: тепловое циклическое, МС прерывистое, МСИ, химическое. Применяется при безразмерной и размерной черновой и чистовой обработке металлических заготовок (литье, штамповка и др.) электродом-щеткой (а.с. 914227, 891307) и др.

8. Электрохимикофотонный КМО. Основные виды воздействия: химическое, тепловое постоянное (импульсное). Представляет собой электрохимическую размерную обработку с интенсификацией процесса лазером.

9. Электрохимикоимпульсно-механический КМО. Основные виды воздействия: химическое, МС ударное. Применяют при глубоком электрохимическом маркировании металлов (а.с. 1192917).

10. Электрохимикоимпульсный КМО. Основные виды воздействия: химическое, тепловое импульсное, МС, тепловое циклическое. Способ позволяет разделять материалы с периодическим импульсом напряжения от внешнего источника (а.с. 1016129, 1426697) и др.

11. Электрохимикохимический КМО. Основные виды воздействия: химическое, электрохимическое. Применяют для контрастного электрохимического маркирования сплавов с применением коагуляторов (а.с. 941143); также для введение в рабочую среду химически активных добавок (при обработке титановых сплавов – йодистого, бромистого калия и др., обработка металлических покрытий на диэлектриках (например, на заготовках печатных плат) по а.с. 1299719 и др.

12. Механикоультразвуковой КМО. Основные виды воздействия: механическое, механическое бесконтактное высокочастотное. Способ позволяет осуществлять интенсивное размерное механическое формообразование, а также прошивание с наложением УЗК на инструмент.

13. Электроэрозионновибрационный КМО. Основные виды воздействия: тепловое импульсное, механическое бесконтактное. Применяется при интенсивном прошивании отверстий.

14. Электрохимикоультразвуковой КМО. Основные виды воздействия: химическое, механическое бесконтактное высокочастотное. Позволяет интенсифицировать ЭХО, инструмент при этом имеет небольшие размеры. Этим способом производят обработку глубоких отверстий малого сечения с прямой или криволинейной осью в металлических и диэлектрических прессованных материалах (а.с. 1673329, 944850) и др.

15. Электрохимиковибрационный КМО. Основные виды воздействия: химическое, механическое бесконтактное низкочастотное.

16. Обработка несвязанными токопроводящими гранулами. Основные виды воздействия: химическое, МСИ. Несвязанные токопроводящие гранулы применяются при чистовой безразмерной и размерной обработке труднодоступных для инструмента участков металлических заготовок (а.с. 697290, патент 2166417) и др.

17. Обработка несвязанными диэлектрическими гранулами. Основные виды воздействия: химическое, МСИ. Несвязанные диэлектрические гранулы используются при чистовой безразмерной обработке с дополнительным электродом-инструментом и гранулами.

18. Электрохимический в управляемом магнитном поле. Основные виды воздействия: химическое, МСИ, магнитное переменное поле. Позволяет осуществлять безразмерную чистовую обработку свободным токопроводящим абразивом различных материалов. При этом происходит повышение точности за счет изменения вязкости рабочей среды и поляризации.

19. Электрохимикотермический КМО. Основные виды воздействия: химическое, тепловое (импульсное или циклическое). При электрохимикотермическом методе происходит локализация

процесса обработки за счет индукционного нагрева участков заготовки (а.с. 778981), инструмента (а.с. 1657303) и локального охлаждения рабочей среды (а.с. 1707856)

20. ЭХО с управляемым вектором действия электромагнитного поля. Основные виды воздействия: химическое, магнитное поле. Используется при изготовлении отверстий с различным положением оси и формировании разделительной кромки при изготовлении листовых заготовок толщиной до 1 мм.

II. Обработка за счет катодного процесса:

1. Электроабразивный КМО. Основные виды воздействия: химическое, МСИ, тепловое циклическое.

2. Электроэрозионное легирование. Основные виды воздействия: химическое, тепловое импульсное или циклическое, тепловое общее, тепловое локальное, термическое локальное. При электроэрозионном легировании происходит изменение свойств поверхностного слоя металлических заготовок с осаждением поверхностных покрытий.

3. Криогенноэрозионное упрочнение и легирование. Основные виды воздействия: химическое, тепловое импульсное или циклическое, тепловое с высоким градиентом. Криогенноэрозионным упрочнением и легированием можно, например, повышать прочность медицинского инструмента без образования покрытия (патент 2108808).

4. Электроэрозионное восстановление деталей с термическим упрочнением. Основные виды воздействия: тепловое импульсное, тепловое циклическое, тепловое общее, тепловое, термическое локальное. Применяют для изношенных токопроводящих поверхностей с нанесением покрытия толщиной до 1,5 мм без общего нагрева детали.

5. Гальваномеханическое восстановление металлических деталей. Основные виды воздействия: химическое, механическое силовое циклическое. Используют при восстановлении изношенных токопроводящих деталей без их нагрева и последующей обработки (патент 2224827).

6. Нанесение контрастных знаков на покрытия. Основные виды воздействия: химическое, механическое силовое циклическое.

7. Электроимпульсный разрядный КМО. Основные виды воздействия: тепловое, МСИ, химическое, магнитное.

III. Процессы с переменной полярностью:

1. Магнитноабразивный КМО. Основные виды воздействия: МСИ низкой интенсивности, магнитное.

2. Электроабразивный КМО. Основные виды воздействия: тепловое циклическое, МСИ, химическое.

3. Термомеханический КМО. Основные виды воздействия: МС или МСИ, тепловое. Термомеханическим методом удаляют припуск с металлических заготовок с нагревом поверхностного слоя

4. Электроконтактнохимический КМО. Основные виды воздействия: химическое, МС малой интенсивности. Электроконтактнохимический метод применяется для восстановления профиля контактных пар при износе обеих деталей.

IV. Анодный или катодный процесс

1. Электроядерный КМО. Основные виды воздействия: тепловое (химическое), радиация.

Для формирования процессов КМО необходимо учитывать прямое влияние на технологические показатели комбинированного метода, что достаточно полно отражено в работах [1,2]. Однако взаимное воздействие структурных элементов КМО может оказаться значительно интенсивнее прямого влияния и нейтрализовать или ухудшить суммарный результат проектирования нового процесса.

Выводы. В рамках данного исследования были рассмотрены основные виды КМО, их структура, технологическое применение. Однако эффективность проектируемых процессов зависит не только от сочетания воздействий, но и выбора базового варианта, который необходимо усовершенствовать за счет присоединения других методов с известными свойствами. В зависимости от требо-

ваний к проектируемому методу требуется обосновать присоединение к базовому варианту других видов обработки. При этом необходимо учесть совместимость воздействий, возможность их реализации в КМО.

Библиографический список

1. Электрохимические и электрофизические методы обработки; под ред. В.П. Смоленцева: в 2т. – М.: Высшая школа, 1983. – 346 с.
2. Смоленцев Е.В. Проектирование электрических и комбинированных методов обработки / Е.В. Смоленцев. – М.: Машиностроение, 2005. – 511 с.

Материал поступил в редакцию 16.06.09.

E.V. SMOLENTSEV

THE CLASSIFICATION OF COMBINED PROCESSING METHODS

In this article the author presents information on the classification of efficient combined processing methods. The article shows their structure and kinds of forming influence upon a blank. The author also shows the area of effective combined methods usage in machine-building. In addition, the information on the experience of their practical adoption is given.

СМОЛЕНЦЕВ Евгений Владиславович (р. 1980), доцент кафедры «Технология машиностроения» Воронежского государственного технического университета, кандидат технических наук (2008). Окончил Воронежский государственный технический университет (2002). Область научных интересов: комбинированные и электрические методы обработки. Автор 82 научных публикаций.

smolentsev.rabota@gmail.com, smolentsevy@rambler.ru