

деталей, что снижает себестоимость изготовления автомобилей семейства МАЗ, делая их конкурентоспособными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Машиностроение: Энциклопедия. Технология изготовления деталей машин. Т.Ш-3 / Дальский А.М., Суслов А.Г., Назаров Ю.Ф. и др.; Под общ.ред. Суслова А.Г. – М.: Машиностроение, 2002. – 840 с. 2. Качество машин: Справочник. В 2-х т. Т. 2 / Суслов А.Г., Гуляев Ю.В., Дальский А.М. и др.; Под ред. Суслова А.Г. – М.: Машиностроение, 1995. – 430 с.

УДК 621.9.047

А.В. Шевченко

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ИЗДЕЛИЙ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Электрохимическая обработка (ЭХО) металлов и сплавов основана на анодном растворении материала при высоких плотностях тока, при малом межэлектродном зазоре и высокой скорости протока электролита. В зоне обработки температура не должна превышать 50-60°C. Механизм съема материала при электрохимической обработке основан на процессе электролиза. Съем металла происходит по закону Фарадея, согласно которому количество снятого металла пропорционально силе тока и времени обработки.

Бывает несколько технологических схем ЭХО сложнопрофильных изделий.

Копировально-прошивочная технологическая схема обработки на импульсном токе с вибрацией электрод-инструментом (ЭИ)

Сущность данной технологической схемы состоит в следующем: электрод-инструмент движется в направлении обрабатываемой поверхности электрода-заготовки со скоростью подачи и совершает периодические колебания по заданному закону. В процессе сближения электродов давление электролита в межэлектродном промежутке возрастает. При этом скорость течения электролита замедляется, а находящийся в нем газ сжимается и частично растворяется. Относительное объемное газонаполнение уменьшается. Образуется однородная межэлектродная среда. В этот момент времени через межэлектродный промежуток начинают пропускать технологический ток высокой плотности. При его прохождении начинается интенсивное раз-

вигие физико-химических реакций, сопровождающих электролиз: рост температуры, газонаполнение электролита, анодное растворение материала заготовки. По мере отвода электрода-инструмента от заготовки давление в межэлектродном промежутке падает и он заполняется газопаровой фазой. В этот момент времени прекращают подачу технологического тока. Величина межэлектродного зазора возрастает, существенно облегчая условия для обновления межэлектродной среды и удаления продуктов электрохимических реакций.

Периодическое повторение описанного цикла составляет принцип этой схемы обработки.

Многокоординатная электрохимическая обработка сложных пространственных поверхностей непрофилированным электродом (МЭП) – инструментом простой геометрической формы

Данная схема реализуется на многокоординатных электрохимических станках с ЧПУ класса CNC. Сущность технологической схемы ЭХО непрофилированными электродами - инструментами состоит в следующем: стержневой ЭИ с полусферическим рабочим торцом, вращаясь вокруг продольной оси, перемещается со скоростью над поверхностью заготовки на некотором расстоянии по заданной регулярной траектории (как правило, типа зигзаг). ЭИ подключен к отрицательному, а заготовка – к положительному полюсам источника питания. В МЭП под давлением через сопла подается высокоскоростная напорная струя электролита с заданными физико-химическими параметрами. Для стабилизации потока электролита при обработке МЭП, для исключения разбрызгивания и возникновения электролитного тумана над заготовкой поддерживается определенный (30–50 мм) уровень рабочей жидкости, создающий стабилизирующий слой.

Управление скоростью и параметрами (напряжением, током) обработки осуществляется от системы ЧПУ. Это позволяет по программе изменять интенсивность и характер процесса съема в каждой точке обрабатываемой поверхности.

Скоростная электрохимическая прорезка узких пазов в условиях массового производства

В данном случае в качестве катода используется металлический круг из различных сталей, чугунов и цветных металлов. При этом, окружная скорость на рабочей поверхности инструмента достигается 60м/с, а электролит в зону обработки подается в помощь специального устройства, позволяющего использовать для этого давление насоса и центробежную силу на поверхности инструмента. Данный способ позволяет получить максимальную безожеговую скорость подачи 40 мм/мин.

Возникновение погрешностей при ЭХО цилиндрических поверхностей, имеющих элементы разрыва в виде кольцевых проточек и боковых отверстий, обусловлено действием трех видов факторов: повышенным абразивным съемом металла, неравномерностью распределения электрического потенциала на поверхности заготовки и гил-

родинамическим режимом процесса. Влияние первых двух факторов возникновения погрешностей поверхности можно уменьшить снижением удельного давления хонинговальных брусков на обрабатываемую поверхность заготовки и регулированием величины технологического напряжения по элементам разрыва в процессе обработки. Влияние третьего фактора обусловлено конкретными условиями течения электролита в межэлектродном промежутке, т.е. геометрией заготовки и катода-инструмента, поэтому изучение течения жидкости на конкретных моделях позволит управлять процессом формообразования при ЭХО и правильно определить методику расчета.

Известно и подтверждено экспериментальными исследованиями, что с увеличением средней скорости течения электролита растет и скорость анодного растворения металла, приближаясь к предельному значению, зависящему от конкретных условий обработки. Поэтому при рассмотрении вопросов, связанных с формообразованием упомянутых цилиндрических поверхностей, необходимо учитывать характер течения электролита в местах разрыва обрабатываемой поверхности.

Область наиболее эффективного использования ЭХО - это инструментальное производство различных отраслей промышленности, в частности, изготовление формообразующих элементов штампов, пресс-форм и литейных форм, изготовление ажурных и малоразмерных деталей из высокопрочных сталей и сплавов в ряде областей высоких технологий.

Технологические преимущества метода электрохимической обработки

- полное отсутствие износа инструмента;
- отсутствие заусенцев на обработанной поверхности;
- выходные технологические показатели практически не зависят от твердости и прочности обрабатываемых материалов;
- в отличие от электроэрозионной обработки отсутствует термическое влияние на структуру поверхности;
- принципиальное отсутствие механического контакта инструмента с заготовкой позволяет с высокой производительностью обрабатывать нежесткие и ажурные детали;
- возможность снижения шероховатости обрабатываемой поверхности при одновременном повышении производительности. Такого преимущества нет ни у одного из известных механических и электрофизических способов обработки. При финишной обработке деталей с требуемой шероховатостью поверхности $Ra < 0,4$ мкм метод ЭХО обеспечивает в 10..100 раз большую производительность, чем электроэрозионная обработка, при хороших показателях по точности;
- в отличие от механических способов обработки (фрезерование, шлифование) электрод-инструменты изготавливаются из легкообрабатываемых металлов и могут иметь твердость и прочность значительно ниже, чем у материала основы;
- обработка осуществляется на низких (менее 12В) напряжениях с использованием электролитов (водных растворов нейтральных минеральных солей малой концентрации);

Электрохимическая обработка позволяет производить изделия с качественной поверхностью и достигать необходимой производительности, позволяя при этом обрабатывать сложнопрофильные и точные изделия из труднообрабатываемых материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Седыкин Ф.В. Технология машиностроения: Электрофизические и электрохимические методы обработки металлов. - Тула: ТПИ, 1976. - 166 с.

УДК 621.793.7

Ю.Ю. Ярмак, С.В. Лаптев

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КАРБИДНЫХ ПОКРЫТИЙ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Износ рабочих поверхностей является одной из причин, вызывающих преждевременный выход из строя деталей и узлов и снижающих надежность и долговечность машин в целом. Путем различных конструктивных и технологических мероприятий возможно значительно повысить износостойкость рабочих поверхностей, а, соответственно, и увеличить срок эксплуатации машин. Одним из технологических путей уменьшения износа деталей машин и повышения их надежности и долговечности является повышение твердости и микротвердости рабочих поверхностей. Это может достигаться изготовлением деталей машин из тугоплавких материалов, обладающих достаточно высокой твердостью и микротвердостью. Тугоплавкие материалы обладают целым рядом положительных свойств, но, как показывает практика, во многих случаях не могут применяться для изготовления компактных изделий из-за их высокой хрупкости и низкой прочности при динамических нагрузках, а также из-за технологических трудностей при механической обработке.

Нанесение защитных покрытий из твердых самофлюсующихся сплавов, карбидов, боридов и других тугоплавких материалов на изделия из конструкционных материалов является реальным способом обеспечения необходимых физико-механических свойств рабочих поверхностей и повышения их надежности и долговечности. Однако уже первые исследования в области нанесения плазменных покрытий из чистых карбидов показали, что такие покрытия имеют высокую пористость и низкую прочность сцепления с подложкой. Покрытия характеризуются наличием остаточных напряжений, отрицательно