

том, что чем больше надежность, тем меньше будет затрат на эксплуатацию инструмента. Однако будет значительно возрастать стоимость его изготовления. С учетом показателей надежности, возможность использования данного конкретного типа сверлильного инструмента можно выразить соотношением:

$$A = v/(v + r)100\% \quad (3)$$

где v – среднее значение наработки на отказ; r – среднее время на замену и подготовку нового инструмента.

Соответственно, чем меньше соотношение r / v , тем выше возможность использования инструмента.

Выводы. Поскольку повышение уровня надежности, т.е. улучшение качества инструментов, приводит к снижению внутрипроизводственных расходов и повышению стоимости изделия, то существует минимум общей стоимости цикла службы, которая и определяет достаточный по выбранной технологии уровень надежности для предприятия. Исходя из этого авторами определены взаимосвязи показателей надежности осевого инструмента с технико-экономическими показателям технологического процесса.

Список использованных источников

1. Кочергин, А. И. Анализ причин выхода из строя и характера повреждения комбинированного инструмента для обработки отверстий в корпусных деталях / А. И Кочергин, А. В. Ажар, Е. Ф. Ратько // Машиностроение. – Мн., 2010. – Вып. 26. – С. 68–73.

2. Ажар, А. В. Применение технологий комплексной обработки комбинированными инструментами на станках с ЧПУ / А. В. Ажар [и др.] // «Перспективные направления развития технологии машиностроения и металлообработки»: тезисы докл. междуна. науч.-техн. конф. (Минск, 8 апреля 2021 г.) / редкол.: В. К. Шелег (отв. ред.) [и др.]. – Минск: Бизнесофсет, 2021. – С. 15–17.

3. Умаров, Т. У. Исследование вариации стойкости перовых сверл методом имитационного моделирование процесса износа / Т. У. Умаров // Ж. Вестник ТашГТУ. – 2004. – № 1. – С. 127–131.

4. Умаров, Т. У. Повышение надежности твердосплавных перовых сверл / Т. У. Умаров // Ж. Вестник ФерПИ. – 2001. – № 4. – С. 29–32.

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПРЕССИОННЫХ ПЛАЗМЕННЫХ ПОТОКОВ КАК ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИНЦИПОВ ПОВЕРХНОСТНОЙ ПЛАЗМЕННОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

Асташинский В. М., Иванов А. И.

Институт тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова

alekseivanov777@gmail.com

Аннотация. В данной работе описан метод модифицирования поверхностных свойств материалов при помощи компрессионных плазменных

потоков, генерируемых квазистационарными сильноточными плазменными ускорителями типа магнитоплазменный компрессор. Рассмотрены основные процессы протекающие при воздействии компрессионным плазменным потоком на поверхность обрабатываемого образца.

摘要。本文描述了一种通过由磁等离子体压缩机类型的准静态大电流等离子体加速器产生的压缩等离子体流来改变材料表面特性的方法。考虑在处理样品表面上的压缩等离子体流的影响下发生的主要过程。

Особый интерес для модифицирования поверхностных свойств материалов представляет использование в качестве метода модифицирования компрессионных плазменных потоков (КПП). Получение таких плазменных потоков возможно при помощи квазистационарных плазменных ускорителей с собственным магнитным полем. К квазистационарным ускорителям относятся системы, в которых длительность устойчивого существования разряда гораздо больше пролетного времени плазменного образования. Примером ускорителей, работающих в таком режиме, являются магнитоплазменные компрессоры (МПК). Внешний вид разрядного устройства представлен на рис. 1.



Рисунок 1 – Разрядное устройство МПК

Такие квазистационарные плазменные ускорители работают в режиме ионного токопереноса. Для реализации ионного токопереноса в разрядном устройстве ускорителя необходимо реализовать подачу ионов со стороны анода в ускорительный канал. С этой целью внешний электрод (анод) выполнен стержневым, в результате чего ионы попадают в канал через промежутки между анодными стержнями. При больших разрядных токах, характерных для МПК, ионы дрейфуют от анода к катоду, обеспечивая тем самым перенос тока в канале, при этом они набирают кинетическую энергию в электрическом поле при движении вдоль его силовых линий. В МПК с аксиально-симметричной системой двух электродов ускорение плазмы сопровождается ее сжатием за срезом внутреннего электрода (катода) за счет взаимодействия продольной составляющей тока, текущего вдоль потока (т. н. тока выноса) с собственным азимутальным магнитным полем. В результате на выходе из разрядного

устройства формируется компрессионный плазменный поток, параметры плазмы которого значительно выше, чем в межэлектродном промежутке [1].

При воздействии сверхзвукового компрессионного потока на образец у его поверхности формируется ударно-сжатый плазменный слой, вид которого представлен на рисунке 2. Положение границ этого слоя определяется динамическим балансом между давлением компрессионного потока и газокинетическим (тепловым) разлетом приповерхностной плазмы [2].

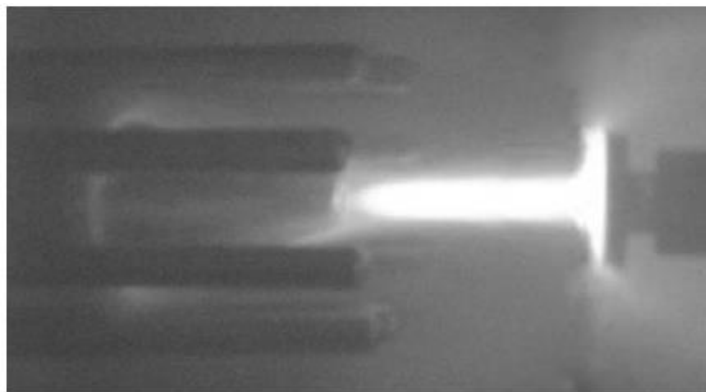


Рисунок 2 – Воздействия КПП на поверхность образца

Ударно-сжатый слой у поверхности образца существует на протяжении всей длительности разряда, экранируя поверхность от падающего плазменного потока, в результате чего передаваемая материалу энергия перестает расти, стабилизируясь на некотором высоком уровне, который поддерживается вследствие термализации в этом слое кинетической энергии набегающего потока. Именно высокие энергетические параметры плазмы ударно-сжатого слоя и обеспечивают высокоскоростной нагрев поверхности до температур, превышающих температуру плавления практически любого материала [2].

Вследствие относительно малого времени воздействия (порядка сотни микросекунд), подводимая к поверхности энергия не успевает отводиться вглубь материала и концентрируется в тонком поверхностном слое, обеспечивая его плавление. Сверхбыстрое охлаждение расплава после прекращения воздействия КПП на мишень приводит к формированию в поверхностном слое образца мелкодисперсной структуры. Еще одной особенностью, оказывающей влияние на конечную структуру поверхностного слоя после обработки КПП, является давление компрессионного плазменного потока на мишень. В условиях экспериментов проводимых при помощи МПК давление плазмы на мишень изменяется от 10 до 30 атм. [2]. Такое давление компрессионного потока на поверхность образца приводит к перемешиванию расплава и возникновению неустойчивостей в расплавленном слое. Кроме того, важную роль играют и такие параметры как состав плазмы и длительность воздействия КПП на образец. Совокупность описанных выше процессов, сопровождающих воздействие КПП на мишень, обеспечивает модификацию поверхностных свойств материалов.

В настоящее время проводят исследования по воздействию КПП на материалы по трем основным направлениям:

1) воздействие КПП на материалы и изучение изменений структуры их поверхностного слоя;

2) легирование поверхностных слоев материалов элементами, предварительно нанесенными в виде тонких покрытий;

3) формирование на поверхности материалов (в первую очередь на кремниевых пластинах) наноструктурных покрытий связанных с подложкой.

В качестве примера исследований легирования поверхностных слоев материалов элементами, предварительно нанесенными на их поверхность в виде тонких покрытий, можно представить результаты воздействия КПП на образцы углеродистой стали Ст3 с предварительно напыленным тонким (~5 мкм) комбинированным покрытием Mo-Cr [3]. В качестве разрядного устройства применялся газоразрядный магнитоплазменный компрессор компактной геометрии, плазмообразующим веществом являлся азот. КПП воздействовали на образцы как одиночными импульсами, так и серией импульсов, располагая образцы на различных расстояниях от среза разрядного устройства. Во всех режимах воздействия КПП на поверхность образцов происходило плавление комбинированного покрытия и части подложки, жидкофазное перемешивание расплавленного слоя и, после окончания воздействия КПП, кристаллизация расплава в условиях сверхбыстрого охлаждения за счет теплоотвода вглубь образца. В результате это привело к формированию в поверхностном слое стали твердого раствор на основе метастабильной фазы γ -Fe, одновременно легированного атомами хрома, молибдена и азота, что приводило к увеличению твердости поверхностного слоя стали Ст3 до 7 ГПа.

Список использованных источников

1. Асташинский, В. М. Модификация свойств материалов методами поверхностной плазменной металлургии / В. М. Асташинский // Наука и инновации. – 2017. – № 11. – С. 8–11.

2. Углов, В. В. Модификация материалов компрессионными плазменными потоками / В. В. Углов [и др.]. – Минск: БГУ, 2013. – 241 с.

3. Асташинский, В. М. Воздействие компрессионным плазменным потоком на систему «покрытие-подложка» / В. М. Асташинский, А. И. Иванов // Материалы международной научной и научно-технической конф. «Ресурсо- и энергосберегающие инновационные технологии в литейном производстве», 13–15 апреля 2021, Ташкент. – Ташкент : ТГТУ, 2021. – С. 406–407.