

УДК 621.318.3

УПРОЧНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ОСНАСТКИ ДЛЯ ЧИСТОВОЙ ОБРАБОТКИ ЯКОРЕЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТОВ

А. П. СЕРИКОВ, А. О. АРЖАНОВ, В. А. ГЕРАСИМОВИЧ

Научные руководители: О. В. ОБИДИНА, канд. физ.-мат. наук;

М. А. БЕЛАЯ

БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

В современном мире электромагниты получили настолько широкое применение, что трудно назвать область техники, где бы они не применялись в том или ином виде. Наиболее широкая и важная область применения электромагнита – электрические машины и аппараты, входящие в системы промышленной автоматизации, в аппаратуру регулирования, защиты электротехнических установок. В составе различных механизмов электромагниты используются в качестве привода для осуществления необходимого поступательного перемещения (поворота) рабочих органов машин или для создания удерживающей силы. Примером таких электромагнитов могут служить электромагниты грузоподъемных машин, электромагниты муфт сцепления и тормозов, электромагниты, применяемые в различных пускателях, контакторах, выключателях, электроизмерительных приборах и т. п. Перспективно использование электромагнитов в тяговых приводах скоростных транспортных средств для создания так называемой магнитной подушки.

Одним из способов снижения затрат на производство электромагнитов является использование инструментальной оснастки для обработки якорей (подвижной части электромагнитов) с улучшенными эксплуатационными характеристиками.

Резервы улучшения эксплуатационных характеристик инструментальной оснастки за счет создания новых материалов в значительной степени уже исчерпаны или связаны со значительными материальными затратами. Поэтому особое значение в настоящее время приобретают вопросы, связанные с внедрением технологических процессов модифицирования рабочих поверхностей. Для улучшения эксплуатационных свойств существует ряд традиционных методов модификации материалов: химико-термические, лазерная обработка, ионная имплантация. Данные методы имеют ряд недостатков, поэтому актуальны поиски новых методов модификации материалов. Одним из перспективных методов модификации материалов является плазменная обработка, которая отличается универсальностью, достаточно высокой производительностью, а также эффективностью с точки зрения модификации различных материалов. В отличие от лазерной обработки и ионной имплантации плазменное воздействие позволяет обрабатывать большие площади и изделия сложной формы. Плазменная обработка отличается от химико-термических методов тем, что не требует использования каких-либо

жидких растворов, т. е. является экологически чистой, а также не энергоемкой.

В данной работе рассматривается инструментальная оснастка из быстрорежущих сталей P15K6, P18, а также инструмент, оснащенный твердым сплавом BK8, TN20 или T15K6.

С целью модифицирования образцы помещали в вакуумную камеру на столик, служащий в качестве катода [1]. Из камеры откачивали воздух и включали цепь питания источника высокого напряжения, благодаря чему между электродами создается разность потенциалов, величину которой устанавливали в пределах 0,2–3 кВ. В результате этого возникает пробой разрядного промежутка с возникновением тлеющего разряда. Далее, управляя источником высокого напряжения и вакуумными клапанами, устанавливали давление остаточных газов, напряжение горения разряда и плотность тока в необходимых пределах. По истечении времени обработки изделий в плазме тлеющего разряда, высокое напряжение выключали. Производили напуск воздуха в камеру, а затем извлекали обработанные изделия. Температура в камере в течение плазменной обработки контролировалась и не превышала 343 К. До и после плазменного воздействия изучалась дислокационная структура образцов, их микротвердость и износостойкость.

Механизмы, приводящие к модифицирующей обработке инструментальных материалов тлеющим разрядом, сходны с процессами, протекающими при низкоэнергетической ионной имплантации, с разницей, в том, что в качестве источника ионов используется среда остаточных атмосферных газов. Вследствие чего изменение свойств поверхностных слоев твердых сплавов происходит за счет бомбардировки ионами и атомами остаточных газов, а также распыленных атомов элементов твердого сплава. Это приводит к изменению эксплуатационных свойств твердых сплавов в условиях трибомеханического и трибохимического воздействия.

После облучения быстрорежущих сталей P6M5 и P18 значительных изменений плотности дислокаций по глубине не наблюдалось. Однако после плазменного воздействия наблюдались перестройки дислокационной структуры, соответствующие более высоко деформированному состоянию. Также наблюдалось изменение фазовой структуры образцов после облучения и значительное увеличение микротвердости [2].

При обработке твердого сплава BK8 в тлеющем разряде происходит ряд структурно-фазовых изменений, заключающихся в формировании блочно-фрагментированной структуры карбидной фазы WC, в увеличении размера фрагментов кобальтовой связи, в изменении соотношения фаз α -Co и β -Co, а также в граничной и объемной диффузии Co в WC.

При обработке деталей модифицированными инструментами, оснащенными твердым сплавом BK8, существенно снижается шероховатость поверхности, уменьшается глубина и степень наклепа, а также снижается величина остаточных напряжений.

Указанные выше изменения, протекающие в поверхностных слоях твердосплавного инструмента, приводят к повышению поверхностной твердости от 10 до 15 % и износостойкости в 2–3 раза [3].

Обработка твердого сплава ТН-20 в тлеющем разряде вызывает повышение поверхностной твердости до 20 %, что обусловлено комплексом структурных изменений в приповерхностных слоях на глубине до 120...160 мкм, заключающихся в перераспределении никеля в поверхностных слоях, растворимости его в карбиде титана при одновременном измельчении фрагментов и росте плотности дислокаций; перераспределении TiC по глубине; переходе молибдена из твердой фазы в связующую [4].

Упрочнение пластин из твердого сплава Т15К6 в плазме тлеющего разряда уменьшает их износ в 1,5–2 раза по сравнению с необлученными пластинами.

С учетом того, что добавленная стоимость модифицированного инструмента составляет от 30 до 40 % можно судить о перспективности использования модифицированных твердых сплавов в условиях серийного производства при обработке подвижных деталей электромагнитов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А. с. 1426136 СССР М.Кл С 23 С 14/38. Способ упрочнения изделий из металлов и сплавов / В. И. Ходырев, А. О. Улитенок. – № 4096153 ; заявл. 22.05.88 ; опубл. 23.09.88 ; Открытия. Изобрет. № 35. – 5 с.
2. **Обидина, О. В.** Модификация структуры и свойств металлических материалов под действием плазмы тлеющего разряда: автореф. дис ... канд. физ.-мат. наук. – Барнаул : 2013. – 23 с.
3. **Шеменков, В. М.** Влияние тлеющего разряда на механические и эксплуатационные свойства поверхностного слоя однокарбидных твердых сплавов / В. М. Шеменков, Ф. Г. Ловшенко, Г. Ф. Ловшенко // Вестник Белорус.-Рос. ун-та. – 2011. – № 4 (33). – С. 117–128.
4. **Шеменков, В. М.** Влияние тлеющего разряда на структуру и свойства безвольфрамовых твердых сплавов / В.М. Шеменков, Ф.Г. Ловшенко, Г.Ф. Ловшенко // Современные методы и технологии создания и обработки материалов: VI Междунар. науч.-техн. конф. (Минск, 14-16 сент. 2011 г.): сб. материалов. В 3 кн. Кн. 1. Конструкционные и функциональные материалы в современной технике, методы их получения. Материалы для микро- и нанoeлектроники / ред. коллегия: С. А. Астапчик (гл. ред.) [и др.]. – Минск: ФТИ НАН Беларуси, 2011. С. 396 – 406.