УДК 621.787

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ТЛЕЮЩИМ РАЗРЯДОМ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ С ЭФФЕКТОМ ПОЛОГО КАТОДА НА ФАЗОВЫЕ СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ

М. А. РАБЫКО[1], В. М. ШЕМЕНКОВ[2], Д. А. ПЛИСОВА[1], В. А. СИНИЦКИЙ[1]
[1]Белорусско-Российский университет
Могилев, Беларусь
[2]Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси
Минск, Беларусь

Электронно-микроскопический анализ поверхностного слоя образцов проводили на сканирующем электронном микроскопе Tescan VEGA 2 SBA. Подготовка образцов осуществлялась по стандартной методике. Методика исследований аналогична описанной в [1, 2]. Образцы обрабатывали по трем основным режимам, подробно описанным в [1, 2].

На основании анализа полученных результатов (рис. 1) можно сделать вывод, что обработка стали 5Х3В3МФС тлеющим разрядом не приводит к видимым изменениям структуры.

а) *б*) *в*)

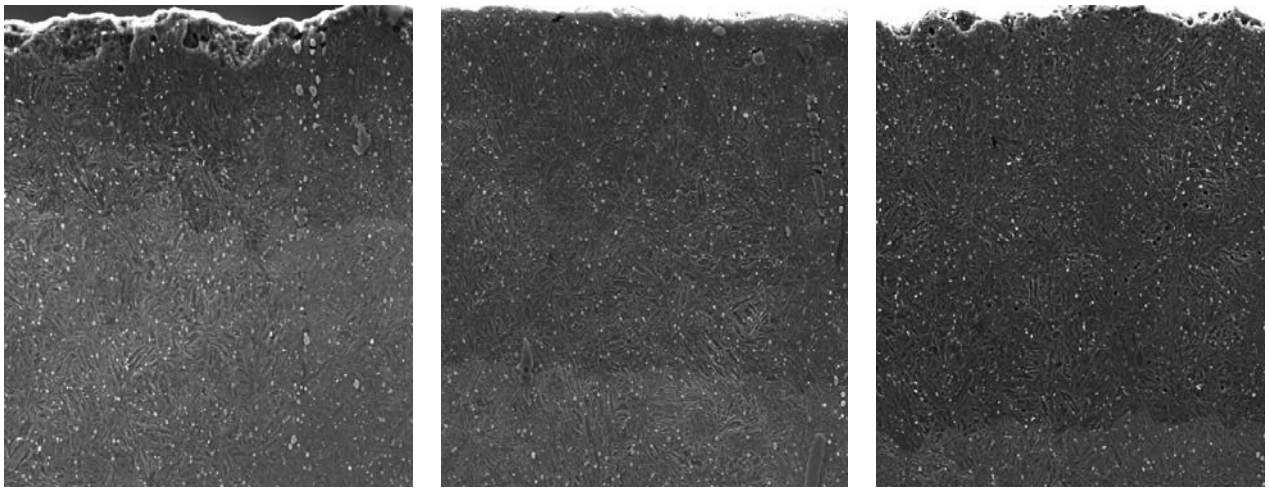

Рис. 1. Структура стали 5Х3В3МФС после обработки: *а* – тлеющим разрядом; *б* – тлеющим разрядом с прикатодным магнитным полем; *в* – тлеющим разрядом в магнитном поле с эффектом полого катода

Классическая обработка образцов тлеющим разрядом приводит к измельчению и перераспределению карбидной фазы в поверхностном слое глубиной до 75 мкм; упрочнение тлеющим разрядом с прикатодным магнитным полем и в магнитном поле с эффектом полого катода дает такие же результаты, как и обработка одним тлеющим разрядом, с той лишь разницей, что глубина слоя в первом случае достигает 100 мкм, а во втором – 110 мкм [3].

Металлографический анализ образцов из стали 40Х13 до обработки тлеющим разрядом показывает наличие структуры мартенсита закалки с кар-

бидными включениями.

Модифицирующая обработка стали 40Х13 приводит к измельчению и перераспределению карбидной фазы в поверхностном слое глубиной до 20, 45 и 55 мкм соответственно (рис. 2) [4].

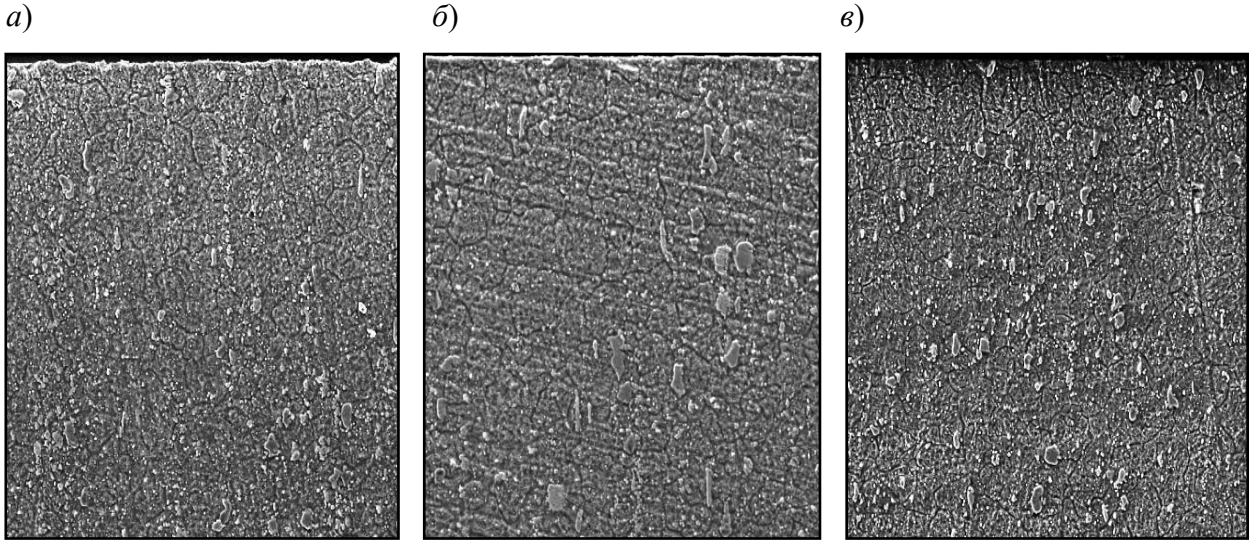

Рис. 2. Структура стали 40Х13 после обработки: *а* – тлеющим разрядом; *б* – тлеющим разрядом с прикатодным магнитным полем; *в* – тлеющим разрядом в магнитном поле с эффектом полого катода

На основании анализа данных, представленных выше, можно сделать вывод о том, что применение эффекта полого катода при обработке изделий тлеющим разрядом приводит к распылению поверхностного слоя, дополнительному росту микротвердости поверхностей (до 10 % по сравнению с образцами, упрочнёнными тлеющим разрядом в прикатодном магнитном поле), а также к увеличению глубины упрочненного слоя.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Рабыко, М. А.** Влияние прикатодного магнитного поля на структурно-фазовое состояние инструментальной штамповой стали 5Х3В3МФС при обработке ее тлеющим разрядом / М. А. Рабыко, В. М. Шеменков // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2022. – № 3 (76). – С. 77–86.

2. Структурно-фазовое модифицирование инструментальных материалов тлеющим разрядом : монография / под общ. ред. В. М. Шеменкова. – Могилев : Бел.-Рос. ун-т, 2017. – 270 с. : ил.

3. **Шеменков, В. М.** Инженерия поверхностного слоя инструментальной оснастки тлеющим разрядом : монография / В. М. Шеменков, М. А. Рабыко, А. Н. Юманова. – Могилев : Бел.-Рос. ун-т, 2023. – 250 с.

4. Влияние обработки тлеющим разрядом в магнитном поле с эффектом полого катода на эксплуатационные свойства инструментальных сталей / В. М. Шеменков, М. А. Рабыко, А. Н. Юманова, А. Л. Шеменкова // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2026. – № 3 (92). – С. 86–101.