УДК 621.9

# ВЫЯВЛЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ СТРУКТУРНЫХ И ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ ПРИ КОМПЛЕКСНОЙ ОБРАБОТКЕ МАГНИТНО-ДИНАМИЧЕСКИМ РАСКАТЫВАНИЕМ И ТЛЕЮЩИМ РАЗРЯДОМ

Д. М. СВИРЕПА, В. М. ШЕМЕНКОВ, Н. Д. СВИРЕПА
Белорусско-Российский университет
Могилев, Беларусь

Известна технология комплексной обработки магнитно-динамическим раскатыванием и тлеющим разрядом внутренних цилиндрических поверхностей [1]. На основании электронно-микроскопического анализа поверхностного слоя образцов из стали 20ХГ, подвергнутых магнитно-динамическому раскатыванию и воздействию тлеющего разряда, при помощи сканирующего электронного микроскопа Tescan VEGA 2SBA с применением стандартного детектора вторичных электронов установлено, что структура образцов соответствует классической структуре, полученной после ППД. Структура поверхностного слоя характеризуется ярко выраженной зоной пластического деформирования глубиной до 150...200 мкм, в рамках которой присутствует зона поверхностного упрочнения тлеющим разрядом.

Выявлено, что обработка тлеющим разрядом образцов не приводит к значительным структурным изменениям в поверхностном слое, однако на основании анализа фазового контраста наблюдается измененный поверхностный слой глубиной до 70 мкм, что может быть связано с уменьшением остаточного аустенита и распадом мартенсита. Наиболее ярко этот эффект наблюдается при обработке стали тлеющим разрядом с напряжением горения $U$ = 3 кВ, плотностью тока $J$ = 0,375 А/м$^2$ и временем обработки $T$ = 30 мин [2].

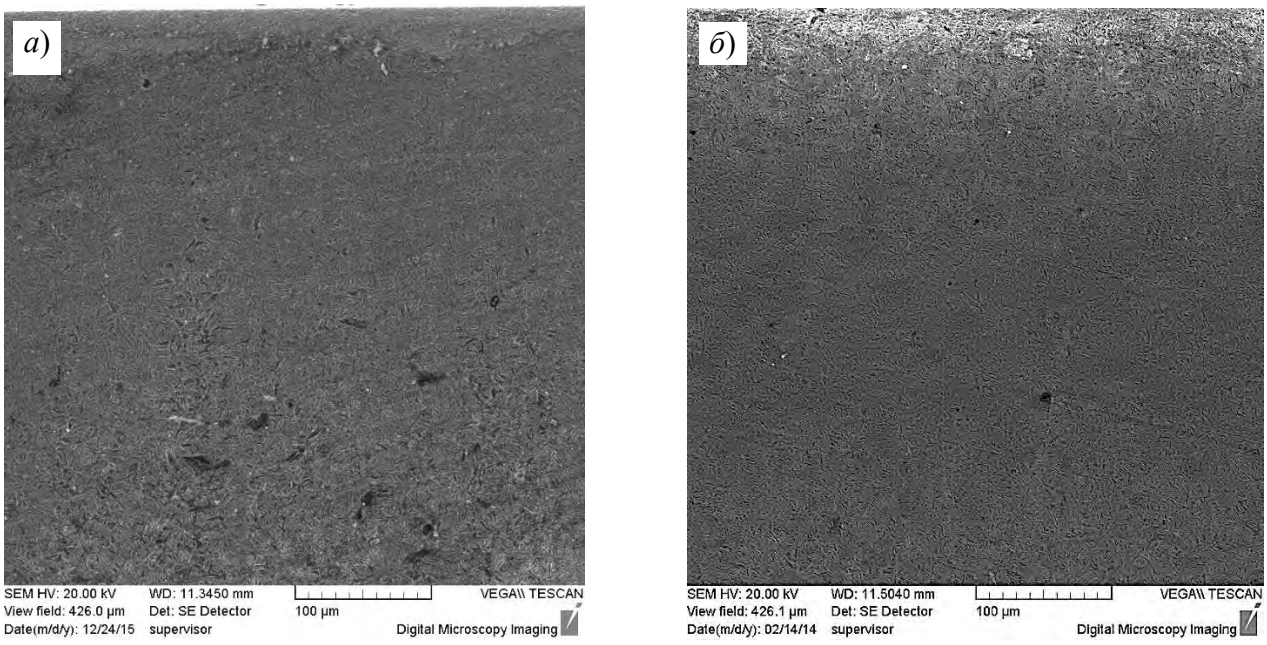


Рис. 1. Структура поверхностного слоя стали 20ХГ: *а* – до обработки; *б* – после обработки

На основании рентгеноструктурного анализа образцов после магнитно-динамического раскатывания и обработки тлеющим разрядом, который осуществлялся на автоматизированном рентгеновском комплексе, на базе дифрактометра ДРОН-3М с применением монохроматизированного Coкα-излучения в качестве кристалла-монохроматора использовали пластину пиролитического графита. Рентгеновская съемка выполнялась при напряжении $U$ = 25 кВ, токе $J$ = 12 мА в режиме сканирования (по точкам) с шагом 0,1°. При рентгенофазовом анализе продолжительность набора импульсов в каждой точке составляла до 20 с, при этом съемка велась в интервале углов рассеяния 2θ, равным 40°…125°.

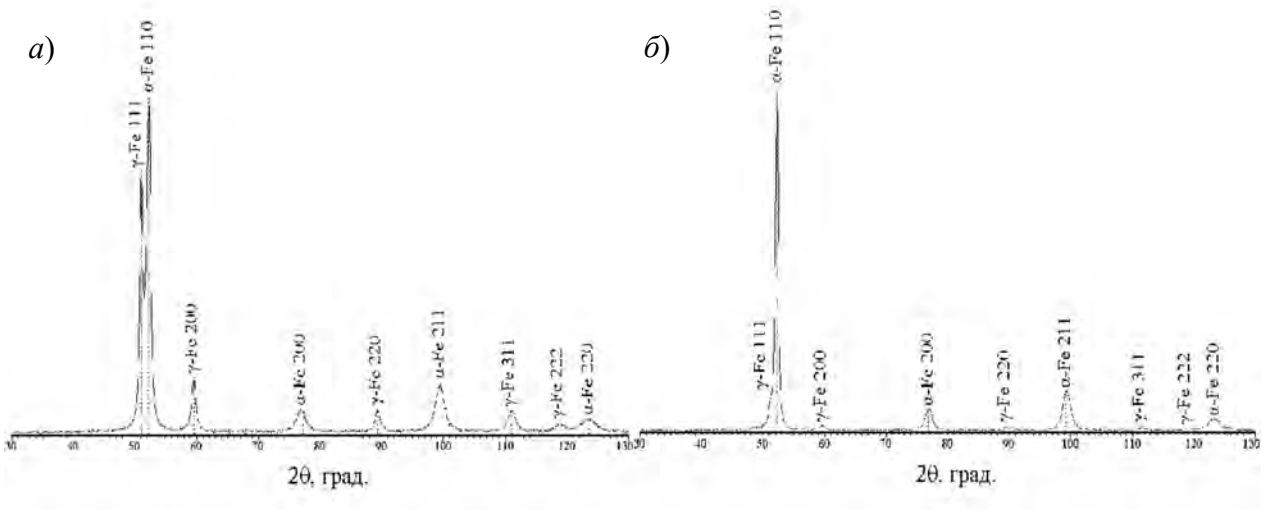


Рис. 2. Фрагменты рентгенограмм стали 20ХГ: *а* – до обработки; *б* – после обработки

Установлено, что параметр кристаллической решетки α-фазы существенно превышает параметр решетки феррита вследствие присутствия атомов углерода в междоузлиях объемно-центрированной кубической решетки мартенситной фазы, а это указывает на формирование пересыщенного твердого раствора углерода и легирующих элементов в мартенсите (α-Fe).

Обработка образцов из стали 20ХГ магнитно-динамическим раскатыванием и тлеющим разрядом приводит к измельчению и перераспределению карбидной фазы, снижению остаточного аустенита и протеканию полиморфного превращения γ-Fe → α-Fe.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Свирепа, Д. М.** Технология комплексной обработки магнитно-динамическим раскатыванием и тлеющим разрядом внутренних цилиндрических поверхностей / Д. М. Свирепа // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2024. – С. 60.

2. **Шеменков, В. М.** Инженерия поверхностного слоя инструментальной оснастки тлеющим разрядом: монография / В. М. Шеменков, М. А. Рабыко, А. Н. Юманова; под общ. ред. В. М. Шеменкова. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2023. – 250 с. : ил.