

УДК 621.9.044

**ФАЗОВЫЙ СОСТАВ И МИКРОТВЕРДОСТЬ
ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ СТАЛИ 8ХФ, ПОДВЕРГНУТОЙ
МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКЕ**

В. К. ШЕЛЕГ

Белорусский национальный технический университет, Беларусь;

В. А. КУКАРЕКО, А. Н. ГРИГОРЧИК

Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, Беларусь;

Ж. А. ПОПОВА

Барановичский государственный университет, Беларусь

Проведено исследование фазового состава и дюрометрических свойств инструментальной стали 8ХФ в исходном закаленном состоянии и после магнитно-импульсной обработки. Показано, что в исходном состоянии сталь 8ХФ содержит большое количество аустенитной фазы (≈ 20 об. %) и имеет микротвердость 725–730 HV 0,025. Установлено, что магнитно-импульсная обработка инструментальной стали 8ХФ, включающая 2–3 импульса с энергией 4–6 кДж, приводит к уменьшению содержания в стали остаточного аустенита до 12–15 об. %, возрастанию микротвердости поверхностных слоев до 750–790 HV 0,025 и повышению износостойкости на 40–45% по сравнению с исходным состоянием.

Введение. Для изготовления деревообрабатывающего инструмента, который способен эффективно работать при высоких нагрузках в условиях адгезионного взаимодействия, традиционно принято использовать стали с повышенной микротвердостью и износостойкостью поверхностных слоев. Для дополнительного повышения прочностных свойств поверхностных слоев инструментальных материалов целесообразно применять методы инженерии поверхности. В частности, высокоэнергетическая магнитно-импульсная обработка сталей приводит к понижению в них содержания остаточного аустенита, тем самым обеспечивая увеличение микротвердости и износостойкости инструмента. Вместе с тем систематизированные данные о влиянии магнитно-импульсной обработки на фазовый состав и дюрометрические свойства инструментальных сталей отсутствуют. В связи с этим, интерес представляло провести исследование влияния магнитно-импульсной обработки (МИО) на структурно-фазовое состояние и микротвердость закаленной стали 8ХФ.

Образцы и методики исследований. В работе проводилось исследование фазового состава и трибомеханических свойств образцов закаленной инструментальной стали 8ХФ, подвергнутой магнитно-импульсной обработке при энергиях 4-6 кДж в течение 2 и 3 импульсов. Рентгеноструктурный анализ образцов сталей проводился с помощью дифрактометра «ДРОН-3», оснащенного автоматизированным программным комплексом «Diffwin». Рентгеновская съемка выполнялась в монохроматизированном CoK_{α} излучении при ускоряющем напряжении 30 кВ и анодном токе 16 мА. Микротвердость обработанных по различным режимам образцов из стали 8ХФ определялась методом Виккерса при нагрузке 25 г на приборе DuraScan 20.

Результаты и их обсуждение. В таблице 1 представлены данные рентгеноструктурного анализа образцов деревообрабатывающих ножей из инструментальной стали 8ХФ в исходном закаленном состоянии и после дополнительной магнитно-импульсной обработки. Можно видеть, что сталь 8ХФ в исходном состоянии (режим 1) содержит повышенное количество аустенитной фазы $V_{\gamma}=20$ об.% (табл.). При этом микротвердость стали 8ХФ составляет 725 HV 0,025.

Таблица

Содержание аустенита в поверхностных слоях и микротвердость инструментальной стали 8ХФ в исходном закаленном состоянии и после магнитно-импульсной обработки

Режим обработки	Режим обработки деревообрабатывающих ножей из закаленной стали 8ХФ	Микротвердость, HV 0,025	Содержание аустенита V_{γ} , об.%
Режим 1	Исх. состояние, мех. шлиф., реж. кромка	725	20
Режим 2	МИО, 3 импульса, 4 кДж, реж. кромка	770	14
Режим 3	МИО, 2 импульса, 6 кДж, реж. кромка	750	15
Режим 4	МИО, 3 импульса, 6 кДж, реж. кромка	795	12

Магнитно-импульсная обработка стали 8ХФ по различным режимам приводит к существенному изменению ее структурно-фазового состояния и микротвердости (см. табл.). После обработки рабочей поверхности ножа по режиму 4 кДж, 3 импульса (режим 2) микротвердость поверхности ножа увеличивается до 770 HV 0,025. Содержание аустенита в поверхностных слоях режущей кромки ножа при этом уменьшилось до 14 об. %. Увеличение энергии импульса МИО до 6 кДж при уменьшении количества импульсов обработки до 2 (режим 3) также приводит к уменьшению количе-

ства остаточного аустенита. При этом в поверхностном слое режущей кромки содержание аустенита снижается до 15 об. %. Увеличение содержания мартенситной α -фазы при МИО обработке ножа сопровождается возрастанием микротвердости стали до 750 HV 0,025. Необходимо отметить, что уменьшение количества импульсов МИО от 3 до 2 несмотря на увеличение энергии импульса от 4 кДж до 6 кДж приводит к некоторому снижению эффективности МИО ножа и микротвердости режущей поверхности. Увеличение количества импульсов МИО до 3 при энергии 6 кДж приводит к наиболее сильному снижению содержания метастабильной γ -фазы в режущей кромке ножей из стали 8ХФ до $V_\gamma=12$ об.% и увеличению микротвердости стали до 795 HV 0,025. Интересно отметить, что проведение магнитно-импульсной обработки сталей сопровождается сдвигом дифракционных линий от матричных α - и γ -фаз в сторону меньших углов рассеяния (рис. 1). Указанное явление может быть связано с появлением сжимающих напряжений в поверхностном слое обработанных МИО ножей вследствие увеличения объема поверхностного слоя сталей при протекании в них $\gamma \rightarrow \alpha$ превращения.

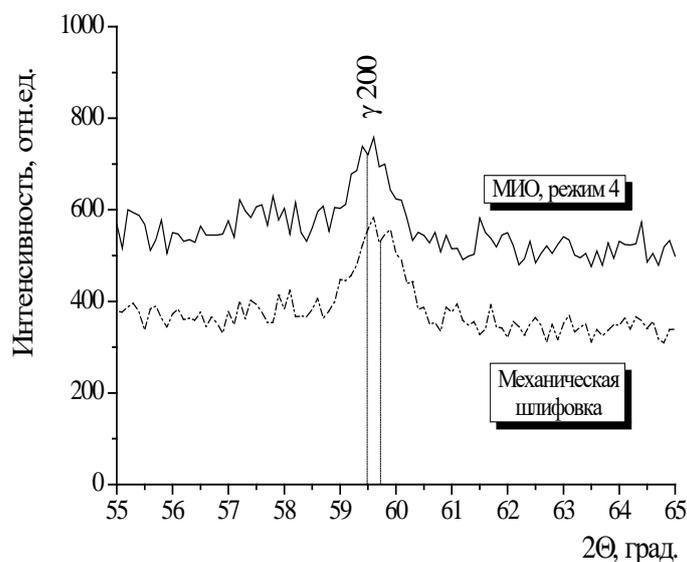


Рис. 1. Рентгеновские дифракционные линии 200 от аустенитной фазы в поверхностном слое ножа из стали 8ХФ в исходном состоянии (механическая шлифовка) и после обработки МИО по режиму 4 (6 кДж, 3 импульса)

На рисунке 2 приведены зависимости накопленного массового износа Δq от пути трения L для образцов, вырезанных из ножей (сталь 8ХФ), подвергнутых магнитно-импульсной обработке по различным режимам. Можно видеть, что сталь 8ХФ в исходном состоянии характеризуется от-

носителем низкой износостойкостью ($I_q=0,76 \cdot 10^{-2}$ мг/м). МИО стали 8ХФ приводит к увеличению ее износостойкости. После обработки стали по режимам 2 и 3 регистрируется существенное возрастание износостойкости в режиме трения без смазочного материала и величина интенсивности изнашивания снижается до уровня $I_q=0,46 \cdot 10^{-2} - 0,40 \cdot 10^{-2}$ мг/м. Такое существенное возрастание износостойкости стали (на $\approx 40-45\%$) связано с увеличением ее твердости в результате МИО и формирования в ее поверхностных слоях сжимающих напряжений.

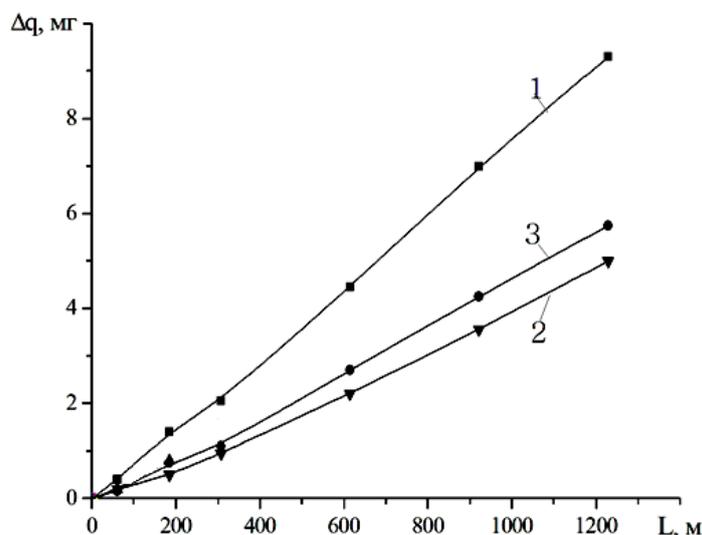


Рис. 2. Зависимость накопленного массового износа Δq от пути трения L (сухое трение при 1,5 МПа) для образцов ножей из сталей 8ХФ:

1 – исходное состояние; 2 – магнитно-импульсная обработка по режиму 4 (6 кДж, 3 имп.); 3 – то же, по режиму 2 (4 кДж, 3 имп.)

Таким образом, магнитно-импульсная обработка ножей из инструментальной стали 8ХФ приводит к существенному снижению содержания в ней метастабильной аустенитной γ -фазы, увеличению микротвердости и износостойкости ее поверхностных слоев.

Заключение. Исследовано влияние магнитно-импульсной обработки на фазовый состав и дюрометрические свойства стали 8ХФ. Установлено, что магнитно-импульсная обработка стали приводит к существенному снижению содержания в них аустенитной γ -фазы (с 20 об% до 12-15 об.%) и увеличению микротвердости ее поверхностных слоев (от 725 HV 0,025 до 750-790 HV 0,025). Исследовано влияние магнитно-импульсной обработки на износостойкость стали 8ХФ. Показано, что обработка импульсным магнитным полем стали 8ХФ приводит к увеличению ее износостойкости на 40-45 %.