

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИФфуЗИОННОГО ЛЕГИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ СТАЛЬНЫХ ОТЛИВОК

Анализ закономерностей химико-термической обработки стальных изделий при температурах, близких к температурам плавления железуглеродистых сплавов, а также наличие структурных элементов дендритного характера в диффузионных покрытиях дали предпосылки для разработки нового направления борирования — в процессе литья. Боронасыщающие компоненты (БНК) вводят, как правило, в облицовочный слой керамической формы. В настоящей работе исследовали возможность получения поверхностно упрочненных стальных отливок в жидкостекольных формах с легирующим покрытием на основе противопопригарной краски.

В противопопригарную краску, содержащую дистен-силлиманит, бентонит, жидкое стекло и воду, вводили БНК — технический карбид бора и фтористый натрий (10:1). Содержание БНК варьировали от 5 до 50 %. Плотность краски составляла 1450—1550 кг/м³. Литейную форму изготавливали по СО₂-процессу с последующей сушкой в печи при 150—200 °С в течение 0,5 ч. Легирующую краску наносили на рабочую поверхность литейной формы с помощью пульверизатора слоем толщиной 0,8—1 мм. После дополнительной подсушки (150—200 °С в течение 0,5 ч) окрашенную форму заливали сталью 45 или 5ХНМ (1600—1650 °С).

Термодинамические расчеты химических реакций показали, что при взаимодействии В₄С с NaF (при высоких температурах) образуются газообразные борфтораты, которые, диссоциируя, приводят к выделению атомарного бора, диффундирующего в металл. Установлено, что толщина борированного слоя на стали 5ХНМ в зависимости от параметров литья изменяется от 0,3 до 1,6 мм. Формирование борированных слоев начинается с момента заливки, когда интенсивность диффузии бора в жидкий металл во много раз выше, чем при обычных режимах борирования методами ХТО. В результате кристаллизации насыщенных бором поверхностных слоев образуется боридная эвтектика с включениями продуктов распада аустенита. Рентгеноструктурный анализ выявил в ней следующие фазы: FeB, Fe₂B, Fe₃C, α = Fe. Слой со структурой боридной эвтектики свойственно сочетание высоких показателей износостойкости и пластичности, что выгодно отличает их от слоев, полученных методами ХТО, в состав которых входят бориды железа игольчатого строения, обладающие более высокой хрупкостью и склонностью к скалыванию.

Метод диффузионного легирования применим в основном для крупных отливок с толщиной стенок более 30 мм. С целью повышения эффективности легирования мелких отливок в состав краски вводили специальные добавки, разработанные на кафедре "Материаловедение и литейное производство", что увеличивало глубину насыщения бором в 1,5—1,6 раза. В отливках с толщиной стенок 10 мм при использовании легирующей краски без добавок боридный слой отсутствует, а при введении добавки составляет 0,6—0,8 мм. Кроме того, добавки повышают противопопригарные свойства легирующих красок, способствуя формированию легкоотделяемого пригара. Боридные покрытия повы-

шенной толщины позволяют использовать разработанные составы красок для поверхностного упрочнения литой технологической оснастки.

Эксперименты по получению литых штамповых вставок из стали 5ХНМ показали, что при этом формируются отливки с параметром шероховатости поверхности Rz 80–100 и точностью 0,2–0,3 мм. После шлифования со снятием 0,4–0,6 мм поверхностного слоя параметр шероховатости составил Ra 1,6–2,2, боридный слой – около 0,8–1,0 мм.

УДК 669.14.018.25

С.Е.БЕЛЬСКИЙ, канд.техн.наук (ФТИ АН БССР)

СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В МАТЕРИАЛЕ РЕЖУЩЕЙ ЧАСТИ ИНСТРУМЕНТА ИЗ СТАЛИ Р6М5 В ПРОЦЕССЕ РАБОТЫ

Была исследована кинетика трения и изнашивания инструмента из стали Р6М5 при его эксплуатации с учетом структурных изменений в поверхностном и подповерхностном слоях материала. В качестве основных характеристик структурного состояния поверхностного слоя выбраны уровень микро- и макронапряжений, содержание остаточного аустенита, определяемые рентгенографически. Для анализа структурных изменений по глубине поверхностного слоя инструмента использовали рентгенографирование скользящим пучком и электролитическое травливание, что позволило исследовать слой толщиной 0,7–7 мкм и 7–50 мкм соответственно. ДюрOMETрический анализ поверхностного слоя проведен с использованием метода косых срезов (угол среза $\sim 10^\circ$). Анализировали структурные изменения при эксплуатации вставных ножей зуборезных фрезерных головок и калибрующих прошивок из стали Р6М5, условия работы которых имеют существенные отличия по температурно-силовым параметрам.

Исследование трансформации структуры и свойств поверхностного слоя инструмента при его эксплуатации должно вестись с учетом изменений, внесенных финишной механической обработкой (шлифование). Для шлифованных инструментальных сталей характерно наличие на поверхности слоя вторичной закалки (20–40 мкм), содержание остаточного аустенита в котором достигает $\sim 15\%$, а уровень микронапряжений и твердость $\Delta a/a \sim 2 \cdot 10^3$ и $95 \cdot 10^7$ Па соответственно, что значительно превышает эти характеристики подповерхностного слоя, расположенного на глубине более 40 мкм. Макронапряжения в поверхностном слое являются напряжениями сжатия ($80 \cdot 10^7$ Па).

Анализ данных, полученных при исследовании ножей после обработки 100, 200 и 300 деталей показывает, что с увеличением числа обработанных деталей повышается уровень микронапряжений и заметно снижаются макронапряжения сжатия и содержание остаточного аустенита (рис. 1). Эти изменения проявляются уже после обработки 100 деталей, т. е. в начальный период эксплуатации. Снижение содержания остаточного аустенита, образовавшегося при шлифовании, связано с превращением его в "мартенсит деформации" вследствие малой температурной устойчивости, а также интенсифицирующего действия высоких давлений. Результатом реализации этого процесса является сни-