

УДК 544.558+66.088

И.М Наумов., О.Н Бутина., В.С Авакян., Е.К Пская.,
Т.М Калинина., И.А Кусманова., А.Р. Наумов

(Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия)

ПОВЫШЕНИЕ ТВЕРДОСТИ СТАЛИ 20 КАТОДНОЙ ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОЙ НИТРОЦЕМЕНТАЦИЕЙ В РАСТВОРЕ НИТРАТА АММОНИЯ И ГЛИЦЕРИНА

Научно-технологический прогресс в мире в первую очередь зависит от материалов, наличие которых определяет возможность решения актуальных технических задач на производстве. Поэтому разработка новых материалов и покрытий всегда остается актуальной проблемой в научно-исследовательской среде, вклад в решение которой вносит разработка методов поверхностной модификации металлов и сплавов для улучшения их эксплуатационных характеристик и расширения областей применения на производстве.

Данная работа посвящена изучению возможности повышения твердости стали 20 катодной электролитно-плазменной нитроцементацией (КЭПНЦ) в растворе нитрата аммония и глицерина.

КЭПНЦ подвергались образцы из стали 20 диаметром 10 мм и высотой 15 мм в электролите, содержащем нитрат аммония (10% масс.) и глицерин (10% масс.). Температура насыщения поддерживалась равной 900°C, а температура электролита – 30±2°C соответственно. Обработка проводилась в осесимметричной электролитической ячейке в условиях контролируемой гидродинамики при скорости подачи электролита в рабочую камеру 2,5 л/мин в течение 5–30 минут.

При катодной обработке на поверхности образца всегда конкурируют высокотемпературное окисление и диффузия насыщающих компонентов с действием электрических разрядов, обычно преобладающих над окислением. В ряде случаев под действием разрядов наружный оксидный слой деформируется, что приводит к развитию рельефа и изменению шероховатости образца. На рисунке 1 показана морфология поверхности стали после насыщения при 900°C в течение 20 минут (рис. 1). Толщина сформированного на поверхности оксидного слоя превышает значение 100 мкм, что указывает на преобладание высокотемпературного окисления над действием разрядов и объясняет уменьшение шероховатости от 1,0 до 0,6 мкм (рис. 2) с увеличением продолжительности процесса. Вероятно, образовавшиеся трещины, изломы и кратеры на поверхности образца заполняются оксидами железа и легирующих компонентов, что обеспечивает сглаживание рельефа. В этих условиях масса образцов с увеличением време-

ни нитроцементации от 5 до 30 минут уменьшается с 26 до 283 мкг в результате эрозии наружного слоя.

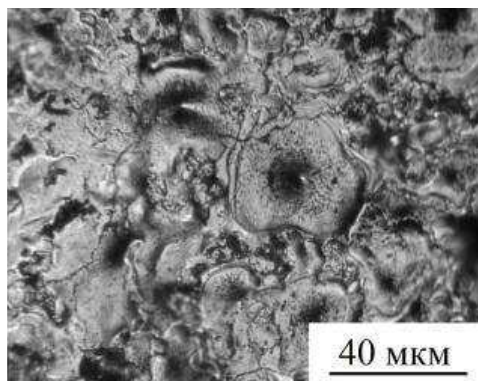


Рис. 1. Морфология поверхности стали 20 после КЭПНЦ в течение 20 мин.

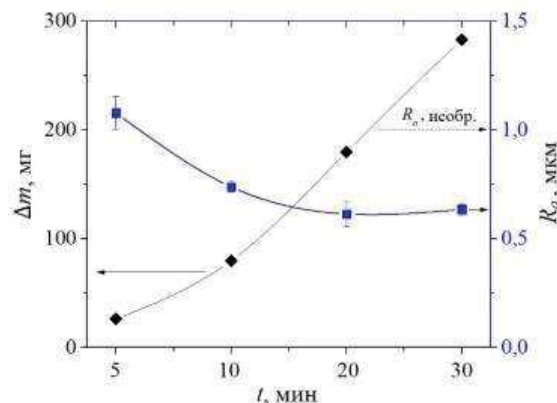


Рис. 2. Убыль массы и поверхностная шероховатость стали 20 после КЭПНЦ.

На рисунке 3 показано поперечное сечение поверхности образца после нитроцементации в течение 20 минут. Толщина диффузионного слоя коррелирует с продолжительностью процесса и изменяется от 60 до 100 мкм с увеличением времени катодной обработки. Пунктирными линиями на изображениях показаны границы нитроцементованного слоя, ниже которого расположен перлит, сформированный после охлаждения стали 20 путем закалки в электролите.

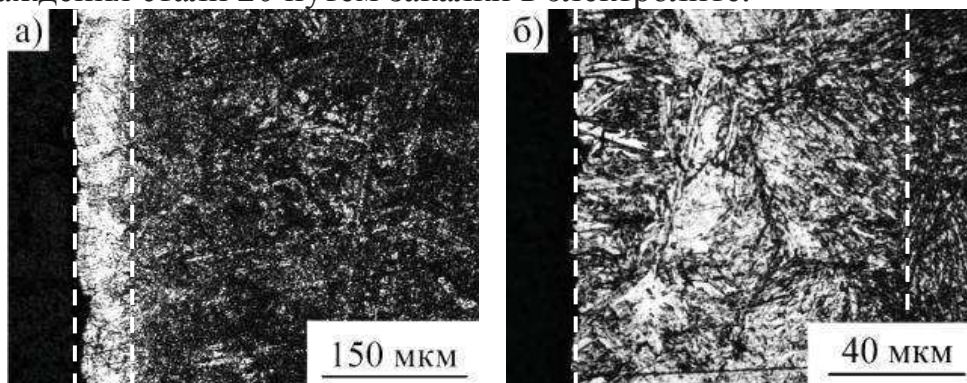


Рис. 3. Поперечное сечение образца из стали 20 после КЭПНЦ в течение 20 мин

Изучение распределения микротвердости в модифицированном слое показало, что максимальные микротвердость 980 НВ и толщина упрочненного слоя более 300 мкм достигаются после КЭПНЦ при 900°C в течение 30 минут (рис. 4). Несколько меньше получена микротвердость после насыщения в течение 10 и 20 минут – 922 и 947 НВ соответственно. Минимальное упрочнение поверхности 890 НВ и толщина модифицированного слоя наблюдаются после обработки в течение 5 минут.

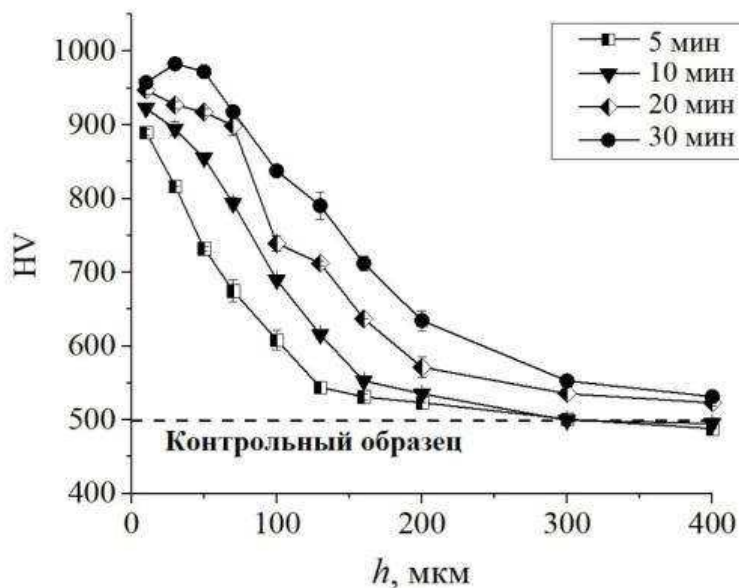


Рис. 4. Распределение микротвердости в поверхностном слое стали 20 после КЭПНЦ. Пунктирная линия на графике означает микротвердость стали 20 после объемной заковки в электролите

Таким образом, показана возможность повышения твердости стали 20 КЭПНЦ при 900°C в электролите, содержащем 10% нитрата аммония и 10% глицерина, и изучено влияние продолжительности процесса на характеристики поверхности и структуру материала. Установлено, что микротвердость стали может быть увеличена до 890–980 HV в поверхностном слое, что превышает твердость необработанной стали в 6–6,5 раз, и в 2 раза твердость стали после объемной заковки в электролите. Минимальная шероховатость поверхности по параметру R_a 0,6 мкм достигается после нитроцементации в течение 20–30 минут, когда высокотемпературное окисление поверхности наиболее продолжительно.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 18-79-10094) Костромскому государственному университету.