

УДК 669.15:620.178.1

## ВЫБОР НАГРУЗКИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ТВЕРДОСТИ ПОВЕРХНОСТНО УПРОЧНЕННЫХ СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

С. П. РУДЕНКО, А. Л. ВАЛЬКО, С. Г. САНДОМИРСКИЙ  
Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси  
Минск, Беларусь

Метод микротвердости или твердости с малой нагрузкой является единственным методом, который позволяет определить твердость фаз и структурных составляющих многокомпонентных сплавов. Уменьшение нагрузки при испытании на твердость приводит к увеличению неопределенности результата измерений. Согласно рекомендациям ГОСТ 9450–76 для получения наиболее точного результата измерения микротвердости нагрузка должна быть возможно большей. Поэтому для уменьшения погрешностей измерений, в частности методом Виккерса, величина нагрузки на индентор должна быть максимально возможной с учетом размеров образца и свойств испытываемого материала.

Но в ряде случаев при исследованиях поверхностно упрочненных изделий возникает необходимость в получении результатов измерений твердости при более низких нагрузках на индентор. Например, в методике расчета и прогнозирования ресурса поверхностно упрочненных зубчатых колес с учетом качества химико-термического упрочнения используют пределы контактной выносливости в зависимости от твердости материала, определяемой методом Виккерса по толщине диффузионных слоев при нагрузке на индентор 1,961 Н [1, 2].

Сообщается о результатах исследования образцов зубчатых колес из стали 14ХНЗМА после химико-термической обработки, на которых твердость поверхностных слоев изменяется в диапазоне 500...750 HV. Результаты испытаний на твердость (рис. 1) при нагрузке 1,961 Н (HV0,2), в сравнении с результатами испытаний при нагрузке 4,903 Н (HV0,5), характеризуются большим диапазоном колебания величин твердости.

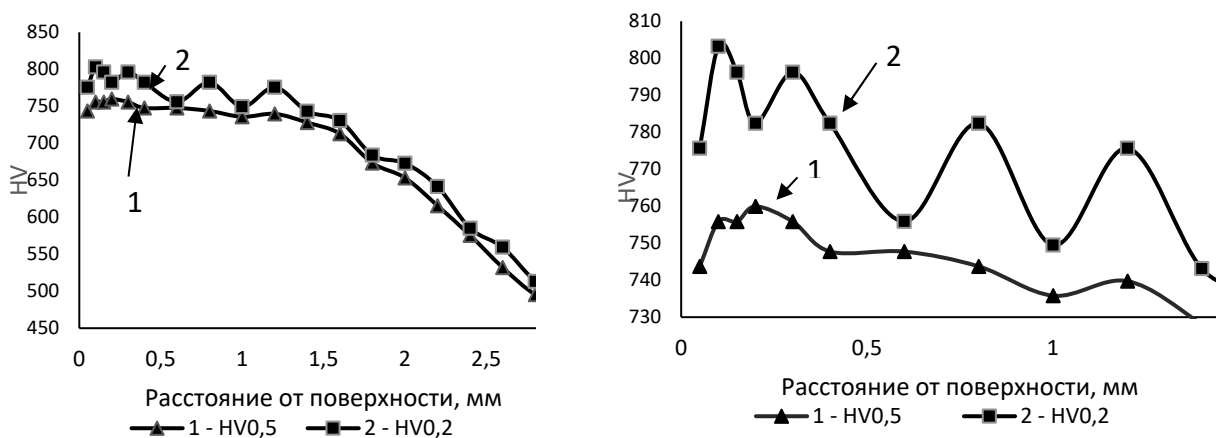


Рис. 1. Распределение твердости по толщине упрочненного слоя исследованного образца при испытаниях с разной нагрузкой

Установлено, что основной причиной увеличения размаха результатов измерений при испытаниях на твердость с меньшей нагрузкой является структурная неоднородность (полосчатость) исследуемого образца.

Учитывая, что испытания на твердость при нагрузке 4,903 Н дают более стабильные результаты, были проведены исследования по установлению связи между значениями твердости при испытаниях с нагрузками 1,961 и 4,903 Н. Построение линии тренда и расчет достоверности аппроксимации  $R^2$  (квадрат коэффициента  $R$  корреляции) проведены в программе Microsoft Excel. В результате получена аппроксимирующая зависимость (рис. 2) с достоверностью  $R^2 = 0,9883$  между твердостями HV0,2 и HV0,5, измеренной по толщине упрочненного слоя образца до 3 мм от поверхности с интервалом 0,1 мм:

$$H_{HV0,2} = 1,0638 H_{HV0,5} - 19,08. \quad (1)$$

Сопоставление результатов измерения распределения по толщине упрочненного слоя образца из стали 14ХНЗМА величин твердости HV0,2 при нагрузке на индентор 1,961 Н и расчета твердости HV0,2 по установленной зависимости (1) показало их тесную связь с коэффициентом корреляции  $R = 0,9941$  (см. рис. 2).

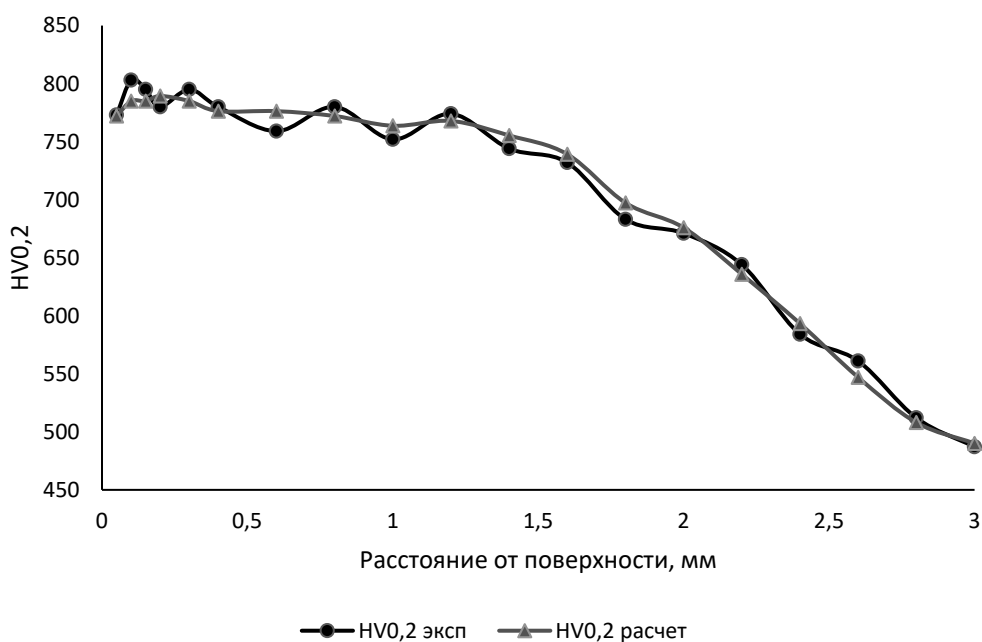


Рис. 2. Распределение твердости по толщине упрочненного слоя исследованного образца, полученное при испытаниях с нагрузкой 1,961 Н и расчетом по зависимости (1)

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руденко, С. П. Контактная усталость зубчатых колес трансмиссий энергонасыщенных машин / С. П. Руденко, А. Л. Валько. – Минск: Беларуская навука, 2014. – 126 с.
2. Руденко, С. П. Особенности расчета зубчатых колес трансмиссий на глубинную контактную выносливость / С. П. Руденко, А. Л. Валько // Вестн. машиностроения. – 2015. – № 11. – С. 5–7.