

# К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ МИКРОИНДЕНТИРОВАНИЕМ

Н. И. Степанкин

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научные руководители: О. И. Проневич, В. М. Кенько

**Введение.** Исследование модуля упругости тонких поверхностных слоев является актуальной научной задачей, позволяющей использовать современные методы компьютерного моделирования, для исследования поведения материалов с поверхностно упрочненными слоям под нагрузкой. Традиционный подход – метод осевого растяжения в данном случае не применим. Одним из наиболее простых методов

оценки упругих характеристик поверхностных слоев материалов является метод индентирования.

**Методика и объект исследования.** Для оценки модуля упругости – индентированием используется зависимость описывающая упругое взаимодействие пирамиды Виккерса и плоской поверхности [1].

$$E = (1 - \nu^2) \left[ \frac{2}{\sqrt{\pi}} \sqrt{Ap} \left( \frac{dw}{dP} - \frac{dh_n}{dP} \right) - \frac{1 - \nu_u^2}{E_u} \right]^{-1}, \quad (1)$$

где  $\sqrt{Ap}$  – площадь проекции упругого контакта, зависящая от контактной глубины –  $h_c$ , формирующейся при внедрении и пластической деформации испытуемого материала.

Объектом исследования являлась быстрорежущая сталь Р6М5.

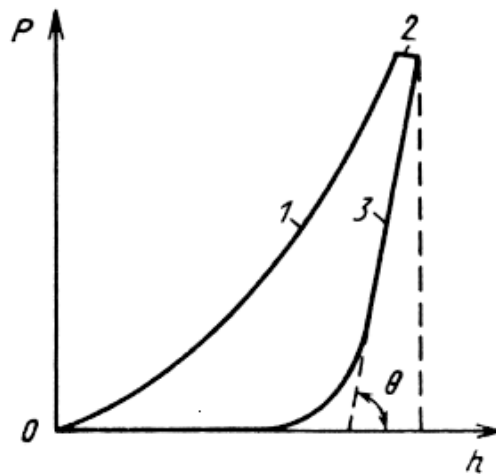


Рис. 1. Диаграмма вдавливания:  $h$  – глубина вдавливания;  $P$  – сила вдавливания; 1 – нагружение; 2 – выдержка; 3 – разгружение

**Результаты исследования.** Расчет модуля упругости стали Р6М5 в соответствии с предложенной выше методикой для показал, что расчетное значение искомой характеристики составляет  $2,11 \times 10^{11}$  Па. Оно несколько отличается от величины модуля упругости, определенного при стандартном растяжении образцов –  $2,25 \times 10^{11}$  Па. На точность метода оказывает влияние значение глубины вдавливания индентора. Ее значение, в свою очередь, определяет площадь проекции упругого контакта. Обе эти величины для стали Р6М5 являются характеристиками, зависимыми от усилия, приложенного к индентору. Как видно из рис. 2, минимальная величина нагрузки, приложенной к индентору, обеспечивающая совпадения расчетного значения модуля упругости с его справочным значением, составляет 70 Н. Возникающая расчетная ошибка при меньших значениях нагрузки обусловлена значительной ошибкой в определении нулевого положения индентора. Эта ошибка при малых нагрузках имеет больший удельный в общей величине проникновения индентора в материал, чем истинная величина перемещения индентора в момент контакта с материалом.

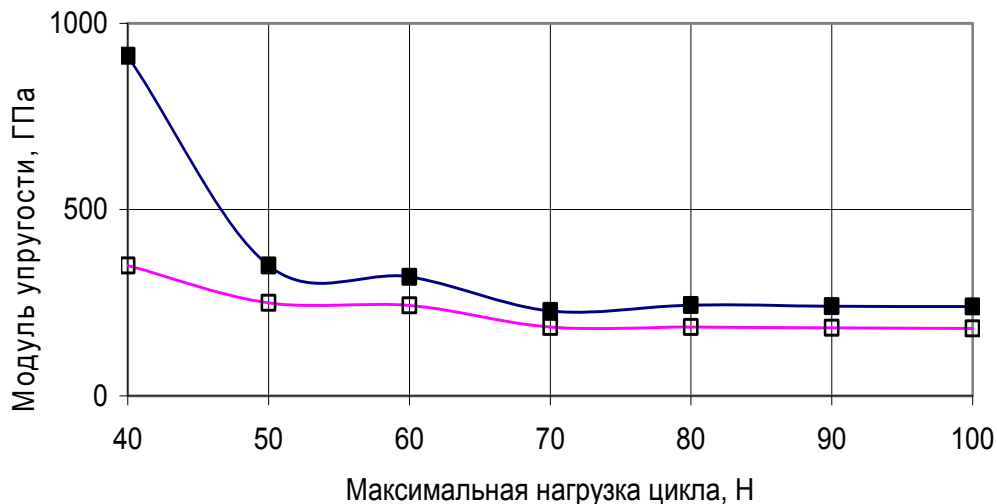


Рис. 2. Зависимость расчетного значения модуля упругости от величины приложенной к индентору нагрузки; максимальное (■) и минимальное (□) значения для одного и того же цикла нагружения

**Заключение.** Полученные результаты подтвердили возможность использования метода индентирования для определения модуля упругости поверхностных слоев многофазных материалов

#### Литература

1. Булычев, С. И. Испытание материалов непрерывным вдавливанием индентора / С. И. Булычев, В. П. Алехин. – М. : Машиностроение, 1990. – 224 с.