

ОЦІНКА ЕНЕРГЕТИЧНИХ ВИТРАТ ЗАНУРЕННЯ ТВЕРДОГО ІНДЕНТОРА В СТАЛЬ ПІДВИЩЕНОЇ ТВЕРДОСТІ

¹ Вінницький національний технічний університет;

Анотація

У роботі пропонується феноменологічний критерій оцінки енергетичних витрат, пов'язаних із проникненням твердого індентора в сталь підвищеної твердості. Розглянуто методику формування карти матеріалу сталі, за допомогою якої оцінюється енергія деформації, витраченої на проникнення твердого тіла. Отримано співвідношення, за якими розраховують масу індентора, час його руху в середовищі, що деформується, а також коефіцієнт опору середовища під час проходження індентором зміцнених матеріалів.

Ключові слова: сталь підвищеної твердості, індентор, карта матеріалу, енергія деформації.

Під час експлуатації сталей підвищеної твердості, з яких виготовляють різні захисні вироби, очевидно є необхідність оцінки якості цих виробів, їх деформаційної здатності поглинати енергію за ударного навантаження твердим індентором.

Для сталей підвищеної твердості з метою визначення коефіцієнту опору середовища під час проникнення твердого тіла було розроблено феноменологічний критерій та створено експрес-метод оцінки деформаційної здатності.

Розглянуто сталеву пластину товщиною h (рис. 1), в яку проникає твердий індентор зі швидкістю, що змінюється від v_0 до v_1 . Силу опору приймаємо пропорційну швидкості

$$R = kx, \quad (1)$$

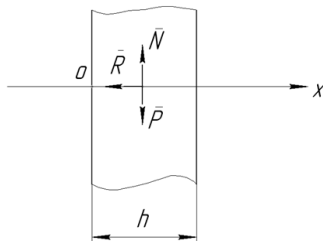


Рис. 1. Розрахункова схема

Основними фізичними величинами, які необхідно визначити під час розв'язування зазначеної задачі, є маса індентора, тривалість руху індентора у пластині, енергія деформації, яка витрачена для проникнення індентора в пластину та коефіцієнт опору середовища спеціальних сталей k .

Подано алгоритм розрахунку енергетичних витрат під час проникнення індентора в пластично деформівне середовище. В роботі [1], в якій розроблено феноменологічний підхід для визначення енергії деформації, що витрачена на деформацію та руйнування транспортних засобів, питому потенційну енергію визначають інтегруванням функції зміцнення металів, де верхня межа інтеграла може бути визначена експериментально. Використовуємо цей підхід до вирішення задачі щодо визначення коефіцієнта опору середовища під час проникнення в нього твердого індентора.

Використовуючи відомі рівняння з теоретичної механіки [2], отримано залежності: для визначення маси індентора:

$$m = \frac{h \cdot k}{(v_0 - v_1)}, \quad (2)$$

тривалості руху індентора:

$$\tau = \frac{h \cdot k}{(v_0 - v_1) \cdot k} \ln \frac{v_0}{v_1} = \frac{h}{(v_0 - v_1)} \ln \frac{v_0}{v_1}. \quad (3)$$

Алгоритм розрахунку енергетичних витрат під час проникнення індентора в пластично деформівне середовище передбачає формування карти матеріалу, що враховує ізотропне зміцнення, з врахуванням кривої плинності та діаграму пластичності у відповідних координатах. Використовуючи модель матеріалу чутливу до різних швидкостей деформування, що подано в роботі [1], отримали залежність, яка апроксимує криву плинності в умовах швидкісного ефекту. Визначивши питому потенційну енергію деформування, отримуємо енергію деформації. Вона дає можливість визначити шуканий коефіцієнт опору k .

Висновки

1. Визначено масу індентора та час проходження індентора в сталь підвищеної твердості.
2. Розроблено експрес-метод оцінки деформаційної здатності сталей підвищеної твердості при ударному навантаженні твердим індентором, що дозволяє визначати енергію деформування. Цей метод заснований на реконструкції карти матеріалу за фізико-механічними характеристиками.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Огородников В.А. Энергия. Деформации. Разрушение (задачи автотехнической экспертизы) : [монография] / Огородников В. А., Киселев В. Б., Сивак И. О. – В. : УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2005. – 204 с.
2. Теоретична механіка: [підруч. для студ. вищ. навч. техн. закл.] / [Зінько Я. А., Ванькович Т.-Н. М., Векерик В. І. та ін.]; за ред. І. В. Кузьо; худож.-оформлювач В. М. Карасик. – Х. : Фоліо, 2017. – 780 с.

Кириця Іна Юрївна — канд. техн. наук, доцент кафедри опору матеріалів, теоретичної механіки та інженерної графіки, Вінницький національний технічний університет e-mail: kyrytsya@vntu.edu.ua, tel. +380679843705.

Поліщук Леонід Клавдійович — докт. техн. наук, завідувач кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, e-mail: leo.polishchuk@gmail.com.

Шенфельд Валерій Йосипович — канд. техн. наук, доцент кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, e-mail: leravntu@gmail.com

Evaluation of the energy vitrate of the solid indenter into steel of advanced hardness

Abstract

The robot has a phenomenological criterion for evaluating energy vitrates due to penetration of a solid indenter into steel of increased hardness. The technique of molding the card to the material of steel is reviewed, for the help of which the energy of deformation, stained on the penetration of a solid body, is estimated. It is necessary to take away the stability, for which the mass of the indenter must be opened, the hour of the ruhu in the middle, which is deformed, and also the coefficient of the support of the middle when the materials are passed through the indenter, which are changed.

Keywords: steel of increased hardness, material map, energy of deformation.

Kyrytsya Inna Y. – PhD, Assistant Professor of Materials Resistance and Applied Mechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kyrytsya@vntu.edu.ua, tel. +380679843705.

Polishchuk Leonid K. — Doctor of Engineering Sciences, Head of Department of «Industrial Engineering», Vinnytsa National Technical University, tel., 21021, Vinnytsa, st. Khmelnytsky Highway, 95, e-mail: leo.polishchuk@gmail.com.

Shenfeld Valeriy - Cand. tech. Sciences, Associate Professor of Industrial Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: leravntu@gmail.com