

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГІЇ ДЕФОРМУВАННЯ ТА КОЕФІЦІЄНТУ ОПОРУ СЕРЕДОВИЩА БРОНЬОВАНИХ СТАЛЕЙ ПРИ УДАРНОМУ НАВАНТАЖЕНІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі запропоновано феноменологічний підхід, який дозволяє оцінити енергетичні затрати, пов'язані з проникненням твердого індентора в броньовані сталі. Отримані залежності дозволяють розрахувати масу індентора, час проходження його в середовищі, енергію деформування та коефіцієнт опору середовища.

Ключові слова: броньована сталь, енергія деформування, коефіцієнт опору середовища.

Abstract

In this work, a phenomenological approach is proposed, that allows us to estimate the energy costs associated with the penetration of a solid indenter into armored steel. The obtained dependences allow us to calculate the weight of the indenter, the time it passes through the medium, energy of deformation and the coefficient of resistance of the medium.

Keywords: armored steel, energy of deformation, the coefficient of resistance of the medium.

Метою роботи є отримання залежностей, які дозволять розрахувати масу індентора (кулі, снаряду) та час проходження його в середовищі, а також, на основі феноменологічної теорії деформуємі, визначення енергії деформування та коефіцієнту опору середовища броньованих сталей при ударному навантаженні.

При експлуатації броньованих сталей, з яких виготовляють бронезилети, броньові пластини для бронетехніки, виникає необхідність оцінки їх якості та їх деформаційної здатності поглинати енергію при проникненні індентора.

В даній роботі пропонується, на прикладі задачі про проникнення індентора (кулі, снаряду) в броньовану сталь товщиною h (рис. 1), що змінює свою швидкість від v_0 до v_1 та із урахуванням сили опору, яка пропорційна швидкості ($R = k\dot{x}$), визначити:

- 1) масу індентора (кулі, снаряду);
- 2) час руху індентора (кулі, снаряду) в сталі;
- 3) енергію, що затрачена на проникнення індентора в броньовану сталь;
- 4) коефіцієнт опору середовища броньованих сталей (k).

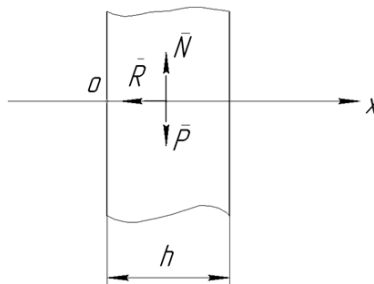


Рисунок 1 – Розрахункова схема

Використовуючи основний закон динаміки [1]

$$m\vec{a} = \vec{F}, \quad (1)$$

та особливості інтегрування диференціальних рівнянь, нами отримані залежності, які дозволяють визначити:

- масу індентора (кулі, снаряду)

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

– час руху індентора (кулі, снаряду) в броньованій сталі

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

На основі феноменологічної теорії деформуємістї та прийомів наведених в роботах Огороднікова В. А. [2, 3] та Деля Г. Д. [4], враховуючи фізико-механічні характеристики броньованих сталей та кінематичні характеристики індентора (кулі, снаряду) представлених в роботі [5], отримані залежності для визначення:

– енергії, що затрачена на проникнення індентора (кулі, снаряду) в броньовану сталь

$$W_{def} = W_{num} \frac{\pi d_i^2}{4} h_i, \quad (4)$$

де W_{num} – питома потенціальна енергія деформування;

d_i – поточний діаметр пластичної хвилі;

h_i – поточна товщина броньованої сталі;

– коефіцієнту опору середовища броньованих сталей

$$k = \frac{W_{def}}{h_i \cdot x} = \frac{W_{def}}{h_i v_{def}}, \quad (5)$$

де v_{def} – швидкість проходження індентора (кулі, снаряду) в середовищі, що зміцнюється

$$v_{def} = v_0 \exp\left(\frac{h_i}{h_0} \ln \frac{v_0}{v_1}\right). \quad (6)$$

Висновки

В даній роботі, на основі феноменологічної теорії деформуємістї та принципів розв'язання задач з динаміки, отримані залежності, які дозволяють визначити: масу індентора (кулі, снаряду), час руху індентора (кулі, снаряду) в середовищі; енергію, що затрачена на проникнення індентора в броньовану сталь; коефіцієнту опору середовища броньованих сталей (k).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. 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.
2. 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.
3. Огородников В.А. Оценка деформируемости металлов при обработке давлением / Огородников В. А. – К.: Вища школа. Головное изд – во, 1983. – 175 с.
4. Дель Г.Д. Технологическая механика / Дель Г.Д. – М.: Машиностроение, 1978. – 174 с.
5. Частные вопросы конечной баллистики / Григорян В. А., Белобородько А.Н., Дорохов Н.С. и др. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. – 591 с.: ил. – ISBN 5-7038-2798-1.

Кириця Інна Юрїївна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри опору матеріалів та прикладної механіки, Вінницький національний технічний університет, e-mail slk-vin@ukr.net, тел. +380679843705

Kyrytsya Inna Y. – PhD, Assistant Professor of Materials Resistance and Applied Mechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail slk-vin@ukr.net, tel. +380679843705.