

УДК 531.66

Єршов А.В.¹, Лоскутов С.В.², Павлюк Є.О.³

¹ д-р техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

² д-р фіз.-мат. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

³ студ. гр. ІФ-313 НУ «Запорізька політехніка»

ОЦІНКА МІЦНОСТІ ПЛАСТИНИ ПРИ НЕПРУЖНОМУ УДАРІ ЦИЛІНДРИЧНОГО ТІЛА

Досліджується міцність захисної пластини при високошвидкісному ударі. Визначено мінімальну товщину пластини, яка не руйнується, та наведено порівняння з результатами випробувань.

Як приклад розглянуто взаємодію кулі з пластиною для бронедверей. При аналізі експериментальних результатів обстрілу пластини завтовшки 5 мм кулями з термічно зміцненим сердечником 7Н10 з автомата АК-74 з відстані 10 м, з початковою швидкістю 900...930 м/с було зазначено, що руйнування пластини відбувалося за механізмом вибивання пробки [1] (рис. 1), діаметр пробки був близький до калібру кулі, на боці пробки видно сліди пластичної деформації зрізу матеріалу пластини.



Рис. 1 – Видгляд отвору у пластині та вибитої пробки [1].

Після пробою від кулі залишалася лише задня частина довжиною біля 2...3-х діаметрів. Відсутність передньої частини кулі можна пояснити тим, що матеріал термічно зміцненого сердечника є крихким та руйнувався на дрібні частинки при зіткненні з пластиною. Деформація задньої частини кулі призводила до збільшення її діаметра та діаметра отвору у пластині на 0,5...0,7 мм.

Для визначення потрібної товщини пластини, яка забезпечувала б захист від куль, використано рівняння рівноваги сили зминання кулі та сили деформації зрізу при вибиванні пробки у пластині. Сила деформації залежить від від'ємного прискорення кулі при зіткненні з пластиною, яке визначається залежно від кінематики деформації кулі та металу пластини. Сила вибивання отвору у пластині визначиться з формули сили зрізу пластини по периметру пробки:

$$F = \pi db\tau, \quad (1)$$

де $d \approx 6$ мм – діаметр пробки, близький до діаметра розплющеної кулі; τ – напруження деформації зрізу; b – товщина пластини.

З іншого боку, сила вибивання пробки дорівнює максимальній силі зминання кулі:

$$F = \sigma \pi d^2 / 4, \quad (2)$$

де $\sigma = 4,5$ ГПа – максимальне напруження зминання кулі (рис. 2) [1].

Характеристики пластини, яка забезпечує захист, мають такі значення [2]: товщина 5,5 мм, твердість (НВ) 600, міцність $\sigma = 2200$ МПа [2]. При цьому напруження зрізу пластини складе: $\tau = 0,6 \cdot \sigma = 1210$ МПа.

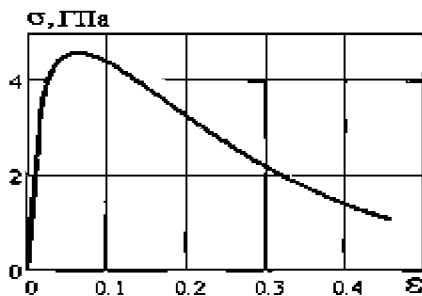


Рис. 2 – Діаграма стиску осердя кулі.

З рівнянь (1) і (2) отримаємо мінімальну товщину пластини, яка витримує удар кулі при максимальному напруженні зминання кулі $\sigma=4,5$ ГПа (рис.2):

$$b = \sigma d / 4\tau = 4,5 \cdot 10^9 \cdot 6 \cdot 10^{-3} / 4 \cdot 1,21 \cdot 10^9 = 5,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}, \quad (3)$$

Таким чином, спрощений метод розрахунку мінімальної товщини захисної пластини задовільно узгоджується з перевіреними експериментальними результатами [2].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Форенталь, М.В. Динамика локального деформирования и разрушения металлической пластины / М.В. Форенталь // Вестник ЮУрГУ. – № 33. – 2009. – С. 4-10.
2. Режим доступу: <https://dveri.com.ua/forum/index.php?showtopic=689>.