

ІМПУЛЬСНЕ ТА УДАРНЕ НАВАНТАЖЕННЯ В МЕХАНІЦІ РУЙНУВАННЯ МАШИНОБУДІВНИХ КОНСТРУКЦІЙ ТА МАТЕРІАЛІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі представлено обґрунтування розділення визначень ударне та імпульсне навантаження.

Ключові слова: імпульс, удар, навантаження, динаміка, міцність.

Практика експлуатації виробів машинобудування, які за службовим призначенням повинні забезпечувати безвідмовний режим роботи, свідчить про недосконалість існуючих методик та засобів проектування. Проблематика забезпечення безвідмовної роботи виробів безпосередньо залежить від фактичної неможливості врахування всіх чинників, що призводять до аварійної ситуації, зокрема руйнування елементів конструкції під час дії імпульсних силових навантажень.

Закономірності динамічного руйнування характеризуються певними особливостями, які унеможливають застосування закономірностей та методик розрахунку, що використовуються, зокрема, під час розрахунків статичної міцності. Відокремлення динамічної механіки руйнування в самостійний напрям механіки тріщин обумовлено такими основними факторами [1 – 3]:

- Залежність механічних властивостей від швидкості навантаження і відображення хвиль напружень від тріщин та меж тіла;

- Наявність інерційних ефектів.

Вказані фактори мають значний вплив на напружено-деформований стан на вершині тріщини, а тому і відповідно на кінетику, яка залежить від квазістатичного та динамічного навантаження.

Дослідження свідчать, що в основі моделей, які застосовуються під час аналізу миттєвого руйнування конструкцій та матеріалів, лежать нові підходи, що відображають структурно-часові особливості процесу.

Результати досліджень механіки руйнування [4 – 6] свідчать, що частково проблеми розрахунку імпульсного навантаження вирішує теорія відкольного руйнування металів під час дії короткотермінових розтягуючих напружень. Проте завершеної теорії на тепер не існує, адже результати експериментальних досліджень демонструють складний характер відкольного руйнування [5]. Аналіз та узагальнення експериментальних фактів [4 – 6] спільно з теоретичним представленням механізму руйнування дозволив виявити особливості цього фізичного явища, зокрема на мікрорівні. Так експериментальними дослідженнями доведено, що міцність металів на динамічний відрив залежить від форми і довжини імпульсу розтягуючих напружень, та від напружено-деформованого стану середовища і фізичних параметрів (температури, вихідної мікроструктури тощо) [1 – 6]. Тому дослідження імпульсного навантаження на матеріали та конструкції під час їх експлуатації та оброблення є актуальною науковою проблемою.

На нашу думку, дослідження міцності і надійності конструкцій під дією ударних та імпульсних навантажень вимагає чіткого розділення цих термінів, адже, фізичний вплив та характер їх дії є різним. Ударні та віброударні навантаження достатньо добре досліджено в теорії коливань та широко використовується в машинобудуванні, металургії, будівництві та інших сферах життєдіяльності людей [7 – 9]. Нами пропонується розгляд ударних навантажень як взаємодію тіл з багаточастотним навантаженням на інший об'єкт чи процес, а імпульсне навантаження – як дію одночастотної миттєво діючої сили на об'єкт чи процес. Такі визначення відповідає сутності імпульсним технологіям [10 – 12] в яких дія енергоносія або передавального середовища на оброблювальний матеріал здійснюється зі швидкістю, яка залежить від фізичних констант середовища в період коротко термінованого проміжку часу (в два і більше раз коротшу періоду

найбільш повільних вільних коливань системи). Науковцями «Гідроімпульсної школи» Вінницького національного технічного університету, доведено багаточастотний характер ударного навантаження та його вплив на інтенсифікацію технологічних процесів.

Таке розділення термінів дозволить дослідити ударне, імпульсне, віброударне навантаження на матеріали і конструкції з частотно-енергетичної теорії, яка потребує подальшого розвитку. Також можна відзначити, що удару, як фізичному явищу, притаманна потенціальна та кінетична енергія, а імпульсу лише кінетична енергія, яка визначає обсяг енергії, що передається внаслідок взаємодії:

$$E_k = \frac{p^2}{2m},$$

де E_k – кінетична енергія, p – імпульс, m – маса.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Механіка руйнування та міцність матеріалів: довідниковий посібник / за заг. ред. В.В. Панасюка. – Львів: СПОЛОМ, 2012.
2. Anderson T.L. Fracture mechanics: fundamentals and applications. – Boca raton: CRC press. – 1991.
3. Партон В.З. Механіка руйнування: від теорії до практики. – М. наука, 1990. – 240с.
4. Експериментальне вивчення руйнування матеріалів після удару-хвильового навантаження / Жук Я.О., Мельниченко М.М., Андрущенко В.О., Кір'єв А.М., Пучко Н.П., Водотовка М.А. // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка Серія фізико-математичні науки, – (2) 2023. <https://doi.org/10.17721/1812-5409.2023/2.15>
5. H. Homma, D.A. Shockey, Y. Murayama, Response of cracks in structural materials to short pulse loads, Journal of the Mechanics and Physics of Solids, Volume 31, Issue 3, 1983, Pages 261-279, ISSN 0022-5096
6. YongGang Wang, MeiLan Qi, HongLiang He, LiLi Wang, Spall failure of aluminum materials with different microstructures, Mechanics of Materials, Volume 69, Issue 1, 2014, Pages 270-279, ISSN 0167-6636, <https://doi.org/10.1016/j.mechmat.2013.11.005>.
7. Обертюх Р. Р. Пристрої для віброточіння на базі гідроімпульсного привода: монографія / Р. Р. Обертюх, А. В. Слабкий. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 164 с.
8. Іскович-Лотоцький Р. Д. Генератори імпульсів тиску для керування гідроімпульсними приводами вібраційних та віброударних технологічних машин : монографія / Іскович-Лотоцький Р. Д., Обертюх Р. Р., Архипчук М. Р. – Вінниця : УНІВЕРСУМ – Вінниця 2008. – 171 с.
9. Іскович-Лотоцький Р.Д. Основи теорії розрахунку та розробки процесів і обладнання для віброударного пресування. Монографія, // Вінниця. – УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – 338 с.
10. Vorobiov, Y., Ovcharova, N. (2018). 3.2. Problems of high-rate deformation of elements of modern technology under the influence of impact and impulse loads. Quality and Reliability of Technical Systems: Theory and Practice, 2, 119-132.
11. Ковальсько-штампувальне обладнання / Банкетов А.Н., Бочаров Ю.А., Добринський Н.С., Машинобудування, 1982. – 576с.
12. Брагін А.П. Гідродинамічне штампування на прес-гарматах як один із напрямів імпульсної обробки матеріалів тиском // Авіаційно-космічна техніка і технологія. - 2007. - № 11/47.

Слабкий Андрій Валентинович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, Вінниця. e-mail: Slabkiyandrey@gmail.com

Поліщук Леонід Клавдійович — доктор технічних наук, проф., завідувач кафедри Галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, e-mail: leo.polishchuk@gmail.com

IMPULSE AND IMPACT LOADING IN FRACTURE MECHANICS OF ENGINEERING STRUCTURES AND MATERIALS

Abstract

The paper presents the rationale for separating the definitions of impact and impulse load. **Keywords:** shock absorber, research, reliability, equipment.

Keywords: impulse, impact, load, dynamics, strength.

Slabkyi Andrii V. – Ph.D., assistant professor of mechanical engineering industry, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. e-mail: Slabkiyandrey@gmail.com

Polishchuk Leonid K. — Doctor of Engineering Sciences, Head of Department of «Industrial Engineering», Vinnytsia National Technical University, e-mail: leo.polishchuk@gmail.com,