

4. Аветисян В.Г., Адаменко Н.И., Александров В.Л. Рятувальні роботи під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій. Посібник. Київ.: Основа, 2006. – 239 с.
5. Дементьев С.В., Чумак С.П., Дурнев Р.А. Отчет по результатам натурных экспериментальных исследований по отработке технологий и способов ведения спасательных работ в условиях разрушенных зданий. - М.: ВНИИ ГОЧС, 1993.
6. Шахмарьян М.А. Научно-методические основы планирования использования аварийно-спасательных сил при разрушительных землетрясениях // ВИНТИ. Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. - 1993. - Вып.7. – С.23-29.
7. Є.П.Міхно Ликвидация последствий аварий и стихийных бедствий. - М.: Атомиздат, 1979. – 288 с.
8. Аветисян В.Г., Дерев'янка І.Г., Сенчихін Ю.М. Методичні вказівки для виконання контрольної роботи з організації аварійно-рятувальних робіт. – Харків:УЦЗУ, 2006. – 33 с.

УДК 504.75:658.567:611.24

*Азаров С.І., д-р техн. наук, ст. наук. співр., ІЯД НАНУ,
Сидоренко В.Л., ст. викл., ІДУСЦЗ УЦЗУ,
Сорокін Г.А., аспірант, ІЯД НАНУ*

**ОЦІНКА ВПЛИВУ ВНУТРІШНЬОГО ВИБУХУ ПОБУТОВОГО ГАЗУ
НА БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ БУДИНКІВ І СПОРУД**
(представлено д-ром фіз.-мат. наук Созніком О.П.)

В роботі проведено моделювання деформації будівельних конструкцій від вибухового ударного впливу

Постановка проблеми. Наслідки вибухів побутового газу за останній час у жилих домах в Україні (Дніпропетровськ, Львів, Кривий Ріг, Луганськ, Запоріжжя), Російській Федерації (Казань, Москва, Хабаровськ, Новокуйбишевськ), Грузії (Тбілісі), Іспанії (Барселона), інших державах показали, що вибух газоповітряної суміші усередині приміщення може мати велику руйнівну силу і приводити до людських втрат, великим матеріальним збиткам та набувати рівень надзвичайної ситуації. Тому проблема забезпечення міцності і надійності у першу чергу несучих будівельних

Азаров С.І., Сидоренко В.Л., Сорокін Г.А.

конструкцій при дії вибуху усередині будинків і споруд є актуальною.

До будівельних балок висувається цілий ряд жорстких і суперечливих вимог (висока міцність і пружність, відносно мала вага та ін.). Ці вимоги диктують необхідність розробки нетрадиційних інженерних рішень, пов'язаних з розрахунком деформації балки при ударному впливі вибуху.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На даний час існують методи і методики розрахунків дії статичних і динамічних механічних навантажень на будівельні конструкції, але імпульсним (ударним) впливам, як, наприклад, аварійному внутрішньому вибуху побутового газу [1-3], приділяється мало уваги.

Основні дослідження з даного питання були спрямовані на рішення завдання в рамках лінійної теорії Тимошенка [4] методами, що забезпечують рішення завдань швидкісного деформування при імпульсному навантаженні. Однак, характер розвитку зон пластичної деформації при вибуховому навантаженні з урахуванням різних факторів, що супроводжує процес деформації в динаміці, досліджений недостатньо повно.

Постановка завдання та його вирішення. Метою дослідження є розв'язання задачі про несучу здатність балки при імпульсному навантаженні із застосуванням метода скінчених різниць (МСР), який є одним з найбільш простих методів розв'язання крайових задач.

Детальне вивчення цього питання вимагає спільного теоретико-експериментального дослідження.

Для балки постійного поперечного перерізу (рис. 1) диференціальне рівняння поперечних коливань з урахуванням сил опору, які пропорційні швидкості, при ударному навантаженні $P(x,t)$ по центру балки, можна подати у наступній формі [5]

$$\frac{\partial^2 x}{\partial t^2} + A_0 L_0 \frac{\partial y}{\partial t} + A_0 E J \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} = A_0 P(x,t) \quad (1)$$

Тут

$$A_0 = \frac{g_0}{S_0 Y_0}; \quad (2)$$

де x – координати перетину балки в горизонтальному напрямку; g_0 – прискорення сили, $\text{м}^2/\text{с}$; S_0 – площа поперечного перетину, м^2 ; γ_0 – вага одиниці об'єму балки, $\text{кг}/\text{м}^3$; $2L_0$ – довжина балки, м ; y – переміщення балки; EJ – жорсткість при зіткненні, кНм ; E – модуль пружності; J – момент інерції; $P(x,t)$ – інтенсивність ударного навантаження, $\text{кН}/\text{м}$.

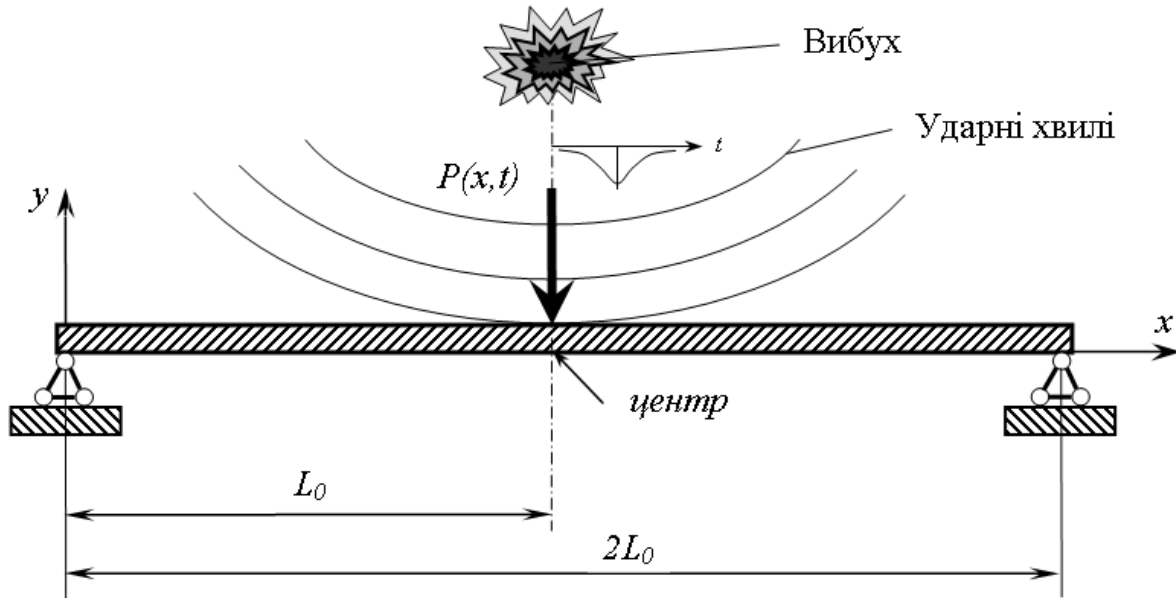


Рис. 1 – Розрахункова схема балки при імпульсному ударі

При використанні МСР диференційне рівняння у власних похідних (1) запишеться у вигляді [6]

$$\begin{aligned} & \frac{1}{\tau^2} (y_{t+1,x} - 2y_{t,x} + y_{t-1,x}) + A_0 (y_{t+1,x} + y_{t-1,x}) + A_0 EJ \times \\ & \times (y_{t+2,x} - 4y_{t,x+1} + 6y_{t,x} - 4y_{t,x-1} + y_{t,x-2}) = A_0 P(x,t) \end{aligned} \quad (3)$$

Граничні умови

$$y_{t,0} = 0, \quad y_{t,L_0} = 0; \quad (4)$$

$$\frac{1}{h^2} (y_{t,0+h} - 2y_{t,L_0} - y_{t,0-h}) = 0, \quad (5)$$

$$\frac{1}{h^2} (y_{t,L_0+h} - 2y_{t,L_0} + y_{t,L_0-h}) = 0, \quad (6)$$

де $x = 0 \dots L_0$; $t = 0 \dots T$; h – крок інтегрування у горизонтальному положенні; τ – крок інтегрування за часом.

Початкові умови: початкові переміщення та початкові швидкості дорівнюють нулю

$$y_{0,x} = 0, (y_{\tau,x} - y_{0,x})/\tau = V_0. \quad (7)$$

Моделювання деформації балки МСР здійснювалося за допомогою комп'ютерного програмного продукту [7] за такими даними: кількість точок – 100 шт., крок за часом $\tau = 10^{-6}$ с, час від початку імпульсного удару $t = 9,0 \times 10^{-5}$ с.

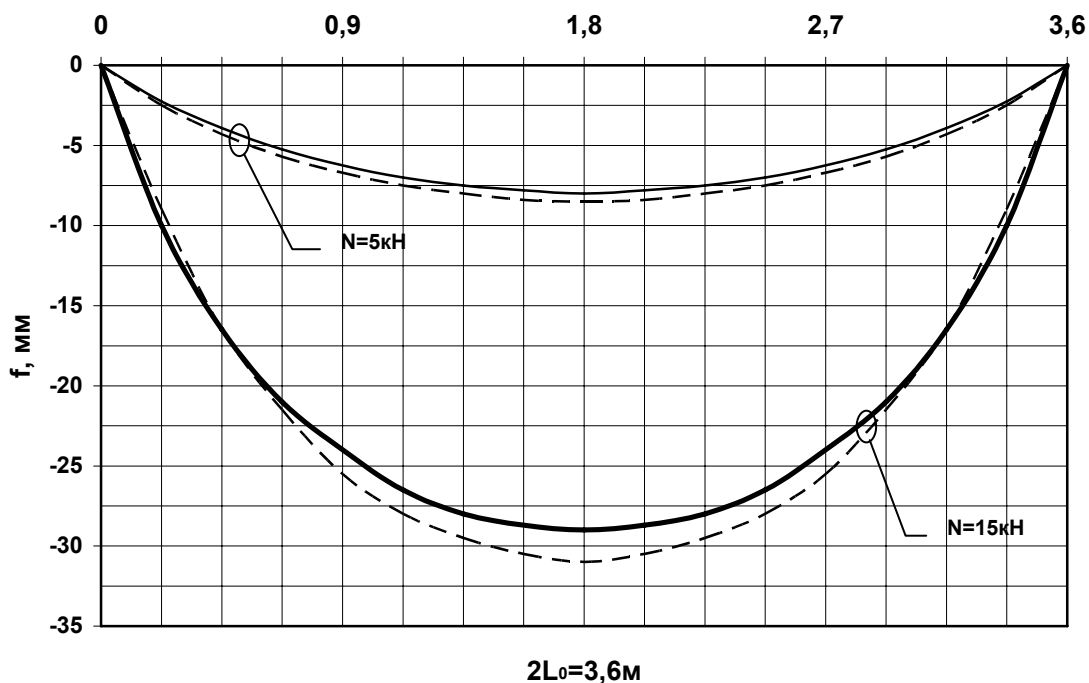


Рис. 2 – Криві прогинів експериментальні (суцільні) та розрахункові (штрихові)

Експериментальні дані по вертикальному переміщенню балки бралися з роботи [8]. Випробувалась однопрокатна двотаврова балка довжиною 3,6 м з двома нерухомими шарнірами. Балка виконана з прокатного двотавра № 10 із сталі марки ВспЗкп. Модуль пружності $E = 2 \times 10^{11}$ Н/м². Балка піддавалась динамічному навантаженню зосередженою силою 5 та 15 кН у середині прольоту. Результати порівняння показані на рис. 2, причому, як видно з

графіку, розрахункові і експериментальні дані відрізняються на 5-8 %.

Висновки. Таким чином можна зробити висновок, що моделювання деформації будівельних конструкцій від вибухового ударного впливу доцільно проводити МСР, який дає незначну похибку відносно експериментальних даних.

ЛІТЕРАТУРА

1. Азаров С.И., Сидоренко В.Л. Оценка взрывоопасности природного газа. – Коммунальное хозяйство городов / Азаров С.И., Сидоренко В.Л. – Х.: Техніка, 2004. – Вып. 60. – С. 275-278.
2. Азаров С.И., Сорокін Г.А., Сидоренко В.Л. Про розрахунок балки під діафрагмою при раптово прикладеному вибуховому імпульсі // Вісник національного технічного університету України "КПІ". Серія "Гірництво": Збірник наукових праць. – К.: НТУУ "КПІ": ЗАТ "Техновибух", 2006. – Вып. 14. – 137-142.
3. Сидоренко В.Л., Азаров С.И., Сорокін Г.А. Методика розрахунку несучої здатності балки при динамічному навантаженні // Коммунальное хозяйство городов. – К.: Техніка, 2007. – Вып. 74. – С. 443-447.
4. Тимошенко С.П. Колебания в инженерном деле / Тимошенко С.П. – М.: Наука, 1967. – 449 с.
5. Тимошенко С.П. Курс теории упругости / Тимошенко С.П. – Киев, Наукова думка, 1972. – 507 с.
6. Васидзу К. Вариационные методы в теории упругости и пластичности / Васидзу К. – М.: Мир, 1957. – 542 с.
7. Курбанова Е.Л. MATLAB 7: Самоучитель / Курбанова Е.Л. – М.: Диалектика, 2006. – 249 с.
8. Гоголь М.В., Гайда О.М. Експериментальне дослідження роботи балкових конструкцій з регулюванням зусиль. – Вісник національного університету "Львівська політехніка" № 545 Теорія і практика будівництва / Гоголь М.В., Гайда О.М. – Львів, 2005. – С. 36-41.