

3. Макар Р.М., Григорьев В.В., Беспалов А.М., Машковський М.С. Розробка та вдосконалення нормативно-правових документів з питань пожежної безпеки у Збройних Силах України.// Системи обробки інформації.// Зб. наук. пр. ХУПС./ Вип. 7(47). – Х: ХУПС, 2005. – С. 213-217.
4. Зельдович Я.Б., Компанеев А.С. Теория детонации. М: Гостехиздат, 1955.-268с.
5. Зельдович Я.Б., Баренблатт Г.И., Либрович В.Б. Махвиладзе Г.М. Математическая теория горения и взрыва. М.: Наука, 1980. – 300 с.
6. Орлов А.И. Экспертные оценки. Учебное пособие. М.: 2002 – 31 с.
7. Елисеева И.И. Общая теория статистики. М.: Финансы и статистика, 2004 – 656 с.

УДК 614.355

Квітковський Ю.В., викл., УЦЗУ

ВРАХУВАННЯ ДІЇ ЛОКАЛЬНОГО УДАРУ НА НЕСУЧІ КОНСТРУКЦІЇ СПОРУД ЦИВІЛЬНОЇ ОБОРОНИ

(представлено д-ром техн. наук Бодянським Е.В.)

У статті наведена загальна методика розрахунку конструкцій захисних споруд цивільної оборони на локальну дію удару. Даються рекомендації щодо використання зазначеної методики під час проектування споруд цивільного захисту

Постановка проблеми. Сьогодні в Україні існує лише один нормативний документ, який регламентує процес проектування споруд цивільного захисту. Це – ДБН В.2.2.5-97 «Захисні споруди цивільної оборони» [1]. Зокрема у частині стосовній проектування та розрахунку основних несучих конструкцій, що описується відповідно у розділах 3 та 4.

У підрозділі 3.1. зазначено наступне: «Огороджувальні та несучі конструкції сховищ слід розраховувати на особливе поєднання навантажень, що складається з постійних, тимчасових навантажень та статичного навантаження еквівалентного дії динамічного навантаження від дії ударної хвилі (еквівалентне статичне навантаження)». Іншими словами, порозумівається, що конструкції за-

хисних споруд цивільної оборони повинні розраховуватися лише на дію розподілених статичних або динамічних навантажень.

Між тим, у підрозділі 1.1. [1] сказано: «Захисні споруди цивільної оборони призначаються для захисту в мирний час персоналу, який переховується від наслідків аварій, катастроф та стихійного лиха, які загрожують масовому ураженню людей, а також у воєнний час – від сучасної зброї масового ураження». Але жодного сполучення навантажень, яке було б характерне для деяких випадків надзвичайних ситуацій, що супроводжуються точковими динамічними навантаженнями чи такими, що обмежені на деякій площі, у [1] не наводиться.

Відповідно, розрахунок захисних конструкцій у [1] рекомендується проводити згідно з вимогами СНиП 2.03.01-84 «Бетонные и железобетонные конструкции», де також не розглядаються випадки прикладання до конструкцій зосереджених динамічних навантажень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За часи Радянського Союзу було видано певну кількість літератури, що призначалася для інженерів, які займалися проектуванням зазначених споруд [2-5]. Але вся ця література, відповідаючи існуючий на той час нормативній документації [6] втратила чинність. До того ж слід додати, що вся ця література у частині стосовній також була орієнтована на розрахунок захисних конструкцій тільки від дії розподілених навантажень. В той же час на території України досі ще не було розроблено жодного видання (настанови, керівництва тощо), яке б мало нормативну дію і за допомогою якого можна було б відтворювати безпосереднє проектування та розрахунок конструкцій споруд цивільної оборони.

Постановка завдання та його вирішення. Цілком зрозуміло, що ситуація, коли на несучу конструкцію захисної споруди прийдеться локальне ударне навантаження, найбільш характерна для умов бойових дій, тобто коли споруда може бути піддана ударам супротивника. Але не слід виключати, що й у мирний час, як наслідок техногенної НС, споруда може сприймати аналогічні навантаження, наприклад, від ударів уламків зруйнованих прилеглих споруд або під час потужних вибухів на підприємствах відповідної категорії вибухопожежної небезпеки.

Розглянемо випадок локального удару у зовнішню несучу конструкцію захисної споруди (стіну, стелю) деякого стороннього твердого тіла (далі СТ), наприклад, великого уламку конструкції

тощо. При цьому припустимо, що СТ під час удару не руйнується, не змінює швидкості та траєкторії руху.

Можна виділити місцеву та загальну дію такого локального удару. При цьому місцевою дією можна вважати результат взаємодії СТ з конструкцією безпосередньо у місці його контакту (руйнування матеріалу конструкції у місці контакту зі стороннім тілом), а загальною – загальні деформації у конструкції, що виникли внаслідок удару (згинання, стискання, розтягування та ін.)

Розрахунок захисних споруд на дію локального удару може бути зведений до кількісної оцінки руйнувань у захисному огороженні, що викликані ударом.

Ударна дія та можливі руйнування при цьому можуть характеризуватися проникненням СТ у матеріал конструкції або пробиванням конструкції.

Визначимо основні фактори, від яких залежать характер та розміри місцевих руйнувань у конструкції від місцевої дії удару:

- маса СТ (P);
- розміри та форма СТ;
- кут зустрічі СТ з конструкцією (α);
- швидкість СТ під час зустрічі з конструкцією (V_0);
- фізико-механічні характеристики матеріалу конструкції;
- розміри конструкції (товщина);
- конструктивне рішення (суцільна, шарова та ін.).

Показниками, які характеризують явище проникнення СТ у конструкцію, є:

- довжина шляху проникнення по траєкторії (l_{np});
- глибина проникнення (h_{np}).

При цьому

$$h_{np} = l_{np} \cdot \cos \alpha, \quad (1)$$

тобто h_{np} - проекція довжини проникнення (l_{np}) на нормаль до верхньої конструкції; α - кут зустрічі СТ з конструкцією.

Процес проникнення СТ у матеріал конструкції (зазвичай це бетон) досить складний. СТ, потрапляючи у бетон по нормалі, буде руйнувати навколишній матеріал, виключючи його наближено по утворюючих конусів. Внаслідок цього у бетоні буде утворюватися характерне конусоподібне заглиблення.

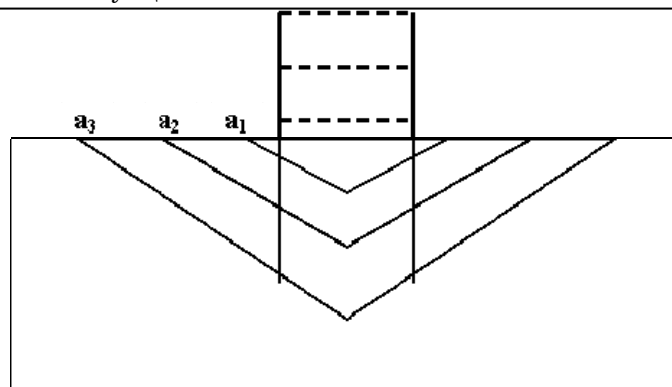


Рис. 1 – Схема утворення ударної воронки у тілі конструкції внаслідок дії удару СТ: a_1 , a_2 та a_3 – межі послідовних відколювань матеріалу конструкції

Для визначення глибини проникнення (h_{np}) можна використувати формулу (1), а для визначення довжини шляху проникнення по траєкторії (l_{np}) – емпіричну формулу, побудовану на базі так званої «Березанської» формули [7, 8]

$$h_{np} = K_{np} \cdot \frac{PV_0}{d^2} \cos \alpha. \quad (2)$$

Відомо, що результати розрахунків за «Березанською» формулою дають добру збіжність з експериментальними даними при швидкості зустрічі $V_0 \leq 1000$ м/с [7].

У формулі (2) прийняті позначення:

K_{np} – коефіцієнт опору матеріалу конструкції проникненню, визначається з довідкової літератури [7];

P – вага СТ;

d – ширина перерізу СТ;

α – кут зустрічі СТ з конструкцією;

V_0 – швидкість зустрічі СТ з конструкцією.

Слід зазначити, що, наприклад, артилерійські снаряди здатні проникати у перешкоду з бетону при $V_0 \geq 150 \div 200$ м/с [7].

Формулу (2) можна використати для розрахунку горизонтальних конструкцій. Для похилих поверхонь у цю формулу необхідно вводити виправлення на кут нахилу γ .

$$h_{np} = K_{np} \cdot \frac{PV_0}{d^2} \cos(\alpha \pm \gamma). \quad (3)$$

Більш точно глибина проникання СТ у будь-яке середовище може бути визначена по наступній формулі [7]

$$h_{np} = \lambda K_{np} \cdot \frac{PV_0}{d^2} \cos[0,5(1+n) \cdot \alpha], \quad (4)$$

де h_{np} – глибина проникання в метрах по нормалі; K_{np} – коефіцієнт піддатливості матеріалу прониканню; P – вага СТ у кілограмах; d – ширина перерізу СТ у метрах; V_0 – кінцева швидкість СТ у момент удару в метрах на секунду; α – кут зустрічі СТ з конструкцією; λ – коефіцієнт, що залежить від форми СТ; n – коефіцієнт, що визначає положення СТ наприкінці проникання.

Загалом для бетонних конструкцій можна прийняти значення коефіцієнтів $\lambda = 1,3$; $n = 1,5$ [7].

Розглядаючи явище проникнення як слідство ударної дії СТ, ми припускаємо, що конструкція має досить велику товщину. Явище пробивання спостерігається у конструкціях певної товщини.

Максимальне значення товщини конструкції, яка не пробивається ударною дією СТ, можна визначити по формулі [7]

$$H_{n,np} = n_n \cdot h_{np}, \quad (5)$$

де n_n - дослідний коефіцієнт (коефіцієнт “непробивання”) [7].

Захисна товща конструкції, що визначена по формулі (5), забезпечить захист тільки від наскрізного пробивання, але при цьому не виключається утворення з тильного боку конструкції відкольної воронки. Мінімальна товщина конструкції, в який від ударної дії СТ не виникає відколювання зі зворотної поверхні, визначається по формулі Забудського [7]

$$H_{від} \geq n_{від} \cdot h_{np} \quad (6)$$

де $n_{від}$ - коефіцієнт відколювання для матеріалу конструкції, що визначається з довідкової літератури [7].

Висновки. Під час проектування споруд цивільної оборони необхідно враховувати всі особливості дії зовнішніх факторів надзвичайних ситуацій, зокрема можливість удару по окремих елементах споруд. При цьому можливо використання відповідних апро-

бованих методик розрахунку, що використовуються при проектуванні захисних споруд Збройних Сил.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.2-5-97. Будинки і споруди. Захисні споруди цивільної оборони. Держкоммістобудування України. Київ, 1998 – 119 с.
2. Руководство по проектированию строительных конструкций убежищ гражданской обороны. М., Стройиздат, 1974
3. Расчет конструкций убежищ гражданской обороны. М., Стройиздат, 1986.
4. Демиденко Г.П., Кузьменко Е.П., Орлов П.П. и др. Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения: Справочник. – К.; Вища школа. – 1989. – 287 с.
5. Котляревский В.А., Ганушкин В.И., Костин А.А. и др. Убежища гражданской обороны. Конструкции и расчет. – М.: Стройиздат, 1989. – 606 с.
6. СНиП II-II-77* Защитные сооружения гражданской обороны. Госстрой СССР, 1985 – 89 с.
7. Балаганский И.А., Мержиевский Л.А. Действие средств поражения и боеприпасов: Учебник. – Новосибирск: Издательство НГТУ. – 2004. – 408 с.
8. Гельфанд Б.Е., Сильников М.В. Фугасные эффекты взрывов. – СПб.: ООО «Издательство «Полигон», 2002.- 272 с.