

КАТАСТРОФИ ЯК ПРИРОДНЕ І АНТРОПОГЕННЕ ЯВИЩЕ

О.О. Саїтова, Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», Україна

Розглянуті катастрофічні явища. Досліджено вплив масштабного ефекту у природі і техніці на великі конструкції. Виявлено чинники, які зумовлюють дію масштабного ефекту та його види. Особлива увага приділяється лінійному масштабному ефекту, що найбільше впливає на стрижневі елементи конструкцій.

Катастрофа за визначенням, це несподіване лихо, подія (велика аварія), що спричиняє тяжкі наслідки, руйнування [1]. Саме слово «катастрофа» в перекладі з грецької означає «переворот», «кінець», «загибель». Кожен технічний об'єкт, що руйнується з тієї чи іншої причини, можна розглядати як складну систему. На усі складні системи певною мірою впливають різні зовнішні та внутрішні чинники, що призводить до зміни її стану. Якщо сукупність факторів, які діють на систему призводить до її напружено-деформованого стану руйнування, то це і називається у техніці катастрофічним явищем.

Людство зіштовхується з катастрофічними явищами постійно. Залежно від чинників, які їх зумовлюють, вони поділяються на природні і гуманітарні (рис. 1).

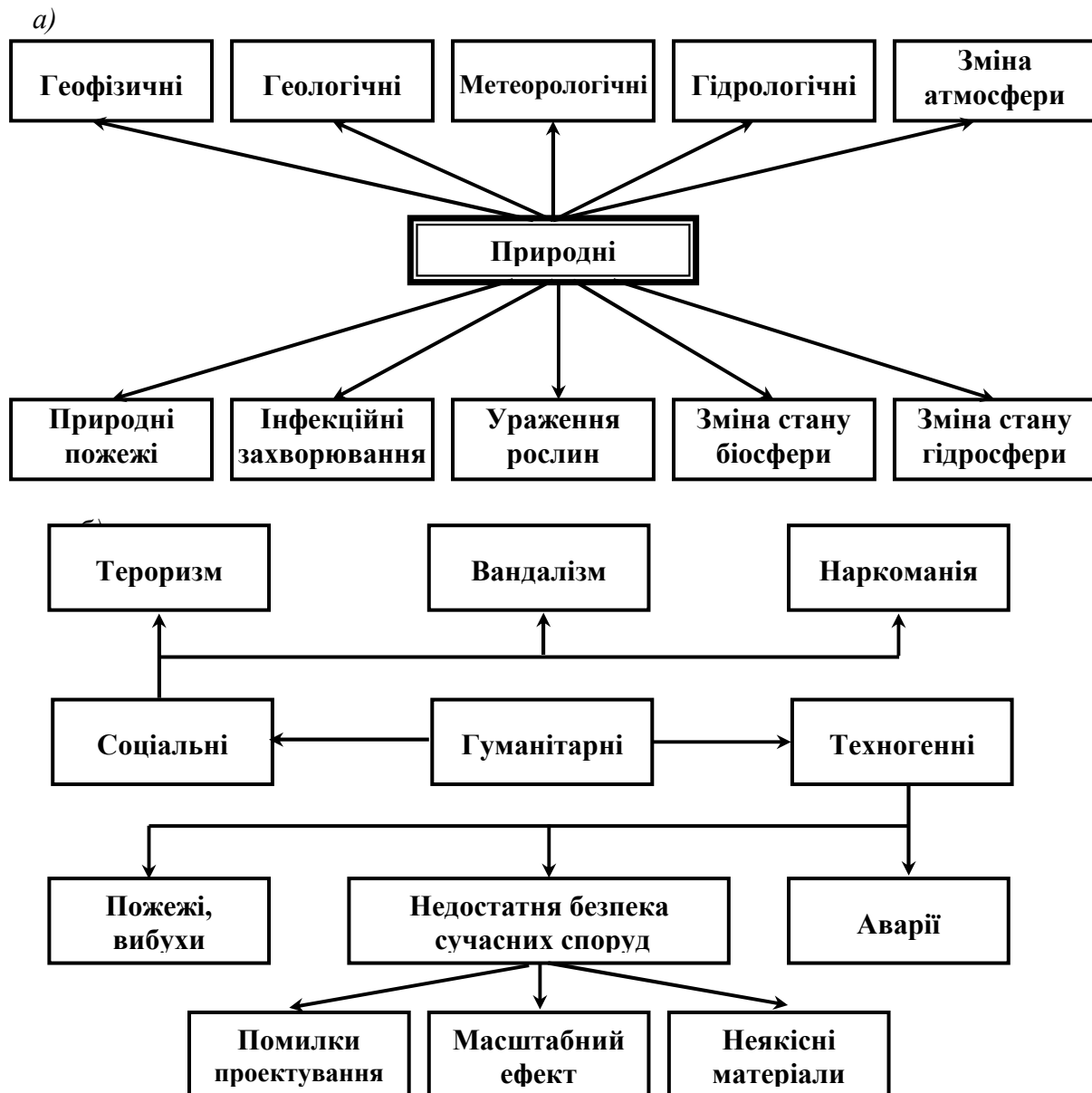


Рис. 1. Структура катастроф: а) природні; б) гуманітарні

Одним із найнебезпечніших та непередбачуваних чинників катастроф є масштабний ефект. Усі будівлі, що проектуються, мають сталу схему побудови незалежно від висоти і розмірів конструкції. У зв'язку зі збільшенням приросту людей на Землі, збільшуються потреби у забезпеченні населення житлом. Одним із засобів вирішення цієї проблеми є можливість побудови споруд зі збільшенням їх величини, як над поверхнею землі, так і вглиб. Таким чином, інженери прагнуть вирішити проблему пов'язану зі збільшенням населення на Земній кулі. Одними із таких прикладів стали будівельні споруди дуже великих розмірів, а саме: Софит-Люкс Бурдж Халіфа – найвища будівля в ОАЕ та в світі, «Тайбей 101» - хмарочос в Тайвані та багато інших (рис. 2).

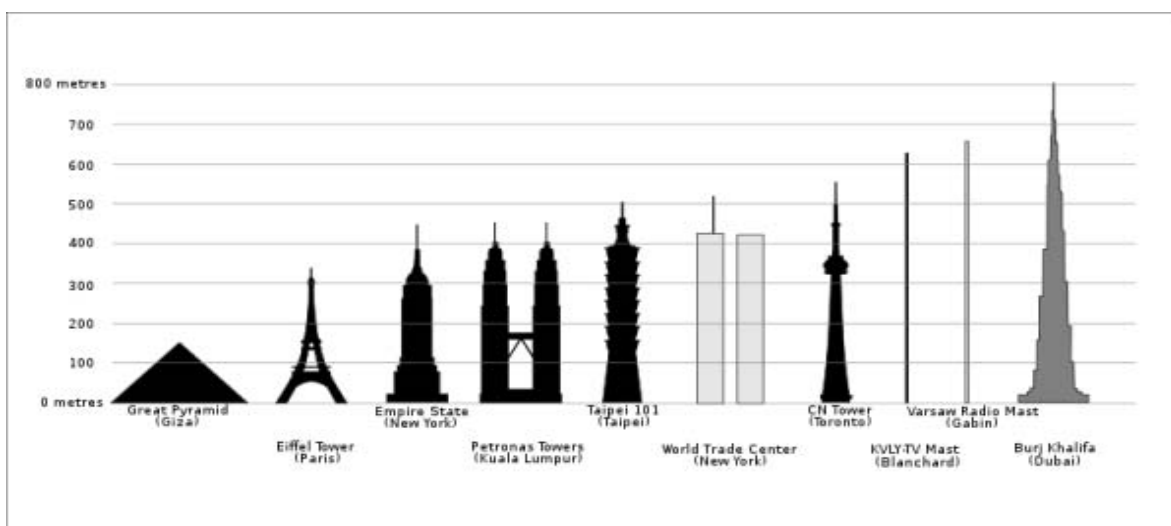


Рис. 2. Зростання розмірів будівель

В історії розвитку будівництва людство за останній час зштовхувалося з проблемою непрогнозованої поведінки великорозмірних конструкцій, в яких можуть бути зруйновані або їх окремі частини, або вся будівля у будь-який момент. На цю проблему особливу увагу звернули після другої світової війни, коли двом комісіям з США та Великої Британії потрібно було виявити причину великої кількості загадкових аварій та катастроф [2]. Основний висновок комісії торкався проблеми масштабного ефекту.

В 1938 р. Вейбул, на основі статичних уявлень, припустив що масштабний ефект спричиняють внутрішні дефекти: чим більші розміри має конструкція, тим більша ймовірність зустріти там внутрішні дефекти [3].

Першими, хто вказали на дію масштабного ефекту, як чинник виникнення катастрофічних явищ, були Дочерті та Чечулін Б.Б.. В свою чергу Чечулін вважає, що першим, хто сповістив про це світ, був Г. Шарпі, який зробив це в своїй доповіді VI конгресу Міжнародного товариства випробування матеріалів [4]. Лише праця А.П. Александрова та С.Н. Журкова (1933 р.) «поклала початок зміни залежності міцності при крихкому руйнуванні від розмірів випробовуваних матеріалів» [4]. А першим, хто знайшов шлях для пояснення масштабного ефекту, був А.М. Драгомілов [4], який встановив в 1936 р., що в великих зразках, при випробовуваннях їх на ламкість, тріщини проявляються раніше, ніж в маленьких. Але чому це трапляється, він таки не зміг пояснити.

Наступні дослідження показали, що не тільки характер руйнування залежить від масштабів, було виявлено ефект зменшення пластичності при збільшенні розмірів конструкції, і, відповідно, збільшення крихкості матеріалу.

Отже, у ряді дослідницьких робіт було з'ясовано, що масштабний ефект ніби «поїдає» міцність всіх тіл, у міру зростання їх розмірів, і ставить під загрозу найбільш великі, а тому й найбільш дорогі, споруди: кораблі, мости, літаки, ракети, піраміди, будівлі, підводні човни, трубопроводи і т.д

Для пошуку причини руйнування споруд науковим товариством були прийнято рішення об'єднати всі подібні аварії під загальним визначенням терміном «загадкові технічні катастрофи» - ЗТК [2]. Внаслідок багатьох експериментальних та наукових робіт було встановлено, що причиною не могли бути: ні міцність конструкцій або помилки в розрахунках, ні кваліфікація робітників, ні технологія виготовлення, ні недостатня жорсткість споруд, ні концентрації напружень або залишкові напруження, та якість зварювання або наслідки зварних робіт. Дивовижним висновком комісії стало те, що причина знаходиться в незрозумілих властивостях матеріалу та розмірах об'єктів.

Тобто ЗТК - це такі катастрофи, причини яких криються в загадкових властивостях матеріалів розмірах технічних споруд, і відбуваються раптово із найбільш великими об'єктами.

Також було встановлено в ряді експериментальних робіт, що на масштабний ефект впливають дефекти (тріщини, пори). У ході експериментів виявилось, що величина і кількість дефектів також зростає в міру зростання розмірів тіла. Тому і міцність великих об'єктів зменшується. Це означає, що на невеликій ділянці ці дефекти не є значними і майже непомітними, а от з великими об'єктами все навпаки: ці дефекти є значно помітні та грають важливу роль для міцності конструкції (рис. 3).

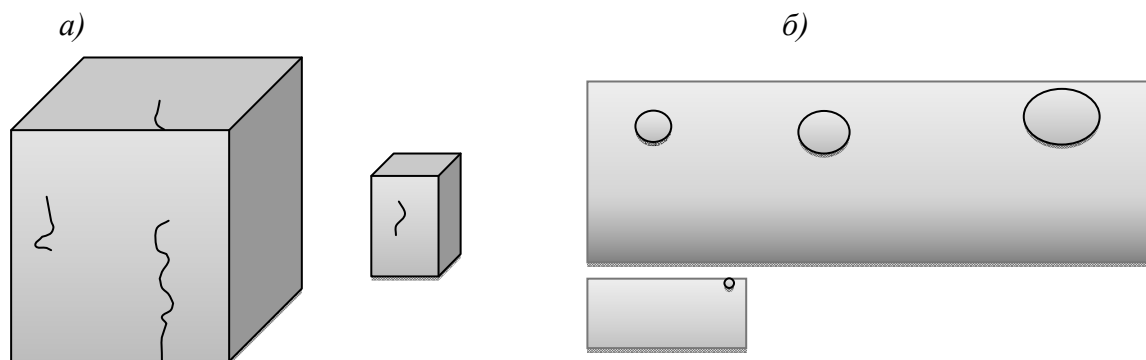


Рис. 3. Вплив внутрішніх дефектів і розмір тіл на їх міцність

Випробування різних матеріалів (металів, гірських порід, вугілля, бетону та ін.) показало, що на практиці часто є відхилення від закону подібності деформованих тіл. Оскільки воно проявляється під дією масштабів чи розмірів моделей на міцність матеріалів, то, причини, що обумовлюють ці відхилення називали масштабним фактором, а саме явище – масштабним ефектом.

Одним із найвидатніших вчених в області досліджень дії масштабного ефекту на гірські породи став російський вчений Койфман І.М.. Завдяки дослідженням він зумів виділити масштабний ефект першого (1) та другого роду (2). Згідно Койфману І.М. масштабний ефект першого роду, або об'ємний, пов'язаний зі структурною неоднорідністю випробуваного матеріалу і наявністю випадково розподілених за обсягом дефектів. Масштабний ефект другого роду, або поверхневий, обумовлений якістю обробки зразків та ступенем руйнування поверхневого шару [5].

Дослідження інших вчених в області впливу масштабного ефекту дозволили виділити ще два його види: площадний (зустрічається в машинобудуванні, та в більшій мірі пов'язаний з поперечними розмірами деталей) та лінійний (в сучасному будівництві більшість конструкцій збудовані зі стрижневих елементів, з'єднаних між собою, саме для стрижнів довжина значно більша поперечних розмірів). Саме прояви лінійного масштабного ефекту є найменш дослідженими, хоча він може проявлятися в стержньових конструкціях: естакадах, копрах, мачтах, фермах, вантово-стрижневих та змішаних системах, системах збірного типу, яких в наш час будується переважна кількість.

Феноменологія цього явища дуже проста: міцність будь-яких матеріалів знижується по мірі збільшення розмірів виробів або зразків з них. Десятирічні дослідження цього явища дозволили з'ясувати, що масштабний ефект - пониження міцності тіл із збільшенням їх розмірів - властивий практично всім матеріалам: металам, склу, гірським породам, льоду,

полімерам, бетону, цеглі і т.д. Простіше сказати, що не виявлений жоден природний або штучний матеріал, який би не був схильний до такого явища, як масштабний ефект.

Тому можна стверджувати, що масштабний ефект - явище універсальне, загальноприродне, не залежне від виду атомів або молекул, які входять до складу матеріалу [2].

Проблема проявів масштабного ефекту є надзвичайно суттєвою для подальшого розвитку будівництва. У світі немає жодної системи чи об'єкту без дефектів, вони можуть бути на атомному чи клийстерному рівні, які людині не під силу виявити. Тому найнебезпечнішим є те, що катастрофічні явища, які викликає масштабний ефект не можливо спрогнозувати або якимось чином дослідити повною мірою. Отже, масштабний ефект має стохастичну природу. Найбільш повне дослідження на основі ймовірно-статистичних моделей виконане дослідницькою групою Національного гірничого університету (Дніпропетровськ, Україна) під керівництвом О.М. Шашенка [6, 7]. В результаті дослідження отримані залежності які достатньо адекватно відображають природу міцності масивів гірських порід. Аналіз інформації показав, дослідження проявів масштабного ефекту, особливо його лінійного різновиду, досі або відсутні, або недостатні. Тому основна задача для подолання дії цього чинника є подальше кваліфіковане та повне дослідження масштабного ефекту та його впливу на складні великорозмірні об'єкти.

Висновки

1. Дія зовнішніх та внутрішніх чинників зумовлюють до зміни стану системи.
2. Масштабний ефект є найбільш небезпечним явищем, серед катастроф сучасності.
3. Масштабний ефект являє собою науково-технічну задачу, рішення якої дозволить спрогнозувати поведінку конструкції зі збільшенням її розмірів.
4. Особливу увагу слід приділити лінійному масштабному ефекту, що найбільше впливає на стрижневі елементи конструкції.

Список літератури

1. uk.wikipedia.org/wiki/Катастрофа
2. Сухонос С.І. Масштабний ефект. Нерозгадана загадка / Сухонос С.І. – М.: Москва, 2001. – 91 с.
3. Бойд Дж.М. Практические примеры проектирования конструкции судов / Дж.М. Бойд // Разрушение, В 7 т. – М.: Металлургиздат, 1977. – Т.5. С. 343 – 420.
4. Чечулин Б.Б. Масштабный фактор и статистическая природа прочности металлов / Чечулин Б.Б. – М.: Металлургиздат, 1963. – 120 с.
5. Койфман І.М. Масштабний ефект в гірських породах / Койфман І.М. – М.: Видавництво АН СРСР, 1963. – 137 с.
6. Шашенко О. М. Масштабний ефект в гірських породах: Монографія / О. М. Шашенко, О. О. Сдвіжкова, С.В. Кужель. – Донецьк: Видавництво «Норд - Прес», 2004. – 126 с.
7. Шашенко А.Н. Деформируемость и прочность массивов горных пород: Монография / А.Н. Шашенко, Е.А. Сдвизкова, С.Н. Гапеев. – Днепропетровск: НГУ, 2008. – 224 с.

УДК 622.26

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ШАХТ ЗАПАДНОГО ДОНБАССА

А.Е. Григорьев, А.В. Халимендик, Г.Г. Сторчак, Национальный горный университет

Приведены результаты анализа состояния горных выработок шахт Павлоградского региона. Выделены причины несоответствия параметров горных выработок правилам безопасности. Намечены дальнейшие этапы исследований в области анализа причин несоответствия эксплуатационных параметров горных выработок требованиям ПБ.