
ГЕОМЕХАНІКА

УДК 622.23.05

Н. В. Зуєвська, д.т.н., проф., **А. О. Олефір**, студент (НТУУ «КПІ»)**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОВЕДЕННЯ КОНЦЕПЦІЇ МОЖЛИВОСТЕЙ
ДІАГНОСТУВАННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ БЕТОНІВ МЕТОДОМ
АКУСТИЧНОЇ ТА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ЕМІСІЇ**

N. V. Zuievskaya, A. O. Olefir (National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»)**EXPERIMENTAL PROOF OF CONCEPT OF THE ABILITY OF
CONCRETE DIAGNOSTIC BY THE ACOUSTIC AND
ELECTROMAGNETIC EMISSION METHOD**

Запропонована і доведена можливість оцінки властивостей бетонів і процесів їх руйнування методом оцінки акустичної і електромагнітної емісії зони руйнування. Описано оригінальну установку, обладнання для проведення і результати досліджень.

Ключові слова: корисні копалини, видобування, сейсмічні коливання, гірничий удар, бетонні шахтні кріплення, міцність, електромагнітна емісія, діагностика, експериментальні дослідження.

Предложена и доказана возможность оценки свойств бетонов и процессов их разрушения методом оценки акустической и электромагнитной эмиссии зоны разрушения. Описана оригинальная установка, оборудование для проведения и результаты исследований.

Ключевые слова: полезные ископаемые, добыча, сейсмические колебания, горный удар, бетонные шахтные крепления, прочность, электромагнитная эмиссия, диагностика, экспериментальные исследования.

The ability to assess the properties of concrete and processes of its destruction by means of evaluation of acoustic and electromagnetic emission in the zone of destruction is proposed and proved. The original installation, testing equipment and research results are described.

Keywords: minerals, mining, seismic vibrations, rock bursts, concrete shaft lining, strength, electromagnetic emissions, diagnostics, experimental research.

Вступ. Оцінка процесів руйнування бетонів розкриває можливості визначення надійності конструкцій, виготовлених з їх застосуванням. Особливо актуальна задача оцінки властивостей бетонів новими методами, так як це дозволяє розкрити не тільки традиційні, але і їх нові властивості. Це дає можливість створення принципово нових споруд з цих матеріалів. Актуальна також задача створення будівельних конструкцій з бетонів, які піддаються дії ударних навантажень, що можуть виникати при землетрусах. Особливо важливим є вирішення питань ударної міцності при будівництві тунелів і шахтного кріплення з бетонів. При зсувах гірських порід виникають навантаження, які прикладаються до конструкцій зі швидкостями, близькими

до ударних. Вищезазначене обумовило пошук можливостей оцінки властивостей бетонів при навантаженнях близьких до ударних.

Постановка задачі. Існують відомості про ефект акустичного і електромагнітного випромінювання при руйнуванні гірських масивів під час землетрусів [1], а також виявлено ефект електромагнітної емісії у бетонах при руйнуванні [2]. Відомі нові дослідження по виявленню електромагнітної емісії в композитних матеріалах [3]. На жаль, кількість публікацій по цьому питанню обмежена, але, спираючись на роботу [4] за умови того, що ми висунули припущення, що бетони є фактично композитними матеріалами на мінеральній основі, була запропонована ідея виникнення електромагнітної емісії при їх руйнуванні і діагностики їх властивостей по цьому ефекту, але це потребує експериментального доведення.

Дослідження акустичної і електромагнітної емісії у бетонах. Поставлено задачу першого етапу доведення виникнення електромагнітної емісії при руйнуванні бетонів взагалі. Це обумовило необхідність вирішення двох принципових задач, а саме створення оригінальної випробувальної машини, яка б мала змогу руйнувати зразки, виготовлені з бетону, з високими, наближеними до ударних, швидкостями, бо саме при високих швидкостях руйнування виникає ефект електромагнітної емісії. На малих швидкостях руйнування електромагнітна емісія настільки мала, що не реєструється. Другою дослідницькою задачею була розробка спеціального обладнання для реєстрації можливої електромагнітної емісії у бетонах, так як такого обладнання принципово не існує у світі.

При розробці пристрою для швидкісного навантаження зразків бетонів була запропонована оригінальна схема прискорювача швидкості навантажень, показана на рис. 1, *а*. Консольне навантаження досліджуваного бетонного зразка 1 на двох опорах 2 і 3, з яких опора 3 виконує функцію ножа, дозволяє досягти чистого руйнування на злам у зоні 4 зразка 1 на ножі 3 при прикладанні ударного навантаження у консольну зону 5 зразка 1. Така кінематика навантаження зразка фактично створює динамічний прискорювач швидкості навантажень. У розробленому обладнанні за рахунок такої кінематики фактично вдалося досягти швидкості прикладання ударного навантаження 50 м/с.

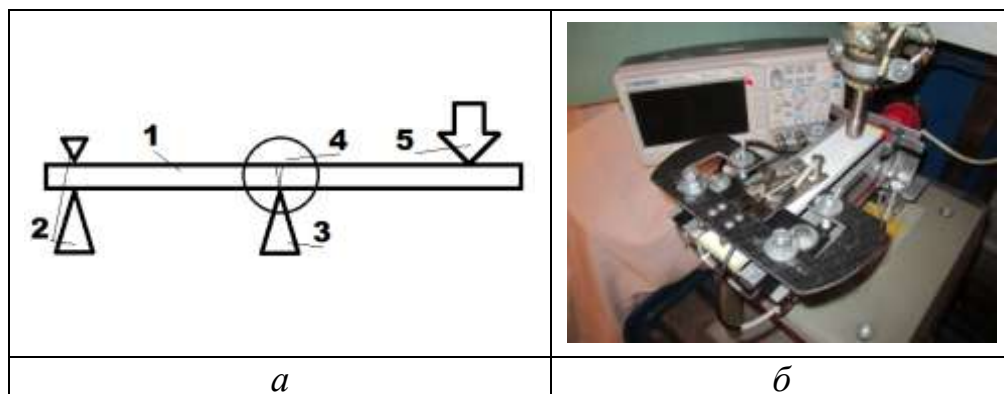


Рис. 1. Схема (*а*) і фотографія (*б*) прискорювача швидкості навантажень відповідно

Як видно з фотографії, приведеної на рис. 1, б, зразок притиснутий до ножів у середній частині спеціальним затискачем. У верхній частині пристрою розташовані два оригінальні датчики акустичної і електромагнітної емісії, спрямовані у зону розлому зразка на ножі.

При проведенні досліджень у якості датчика акустичної емісії використовувався кристал кварцу, який дає змогу зафіксувати акустичне випромінювання з частотою до 10 МГц. У якості датчика електромагнітної емісії використовувалась оригінальна мікрокотушка, виконана із золотого дроту з алюмінієвим мікросердечником. Саме така конструкція котушки забезпечує можливість реєстрації електромагнітних процесів на частотах до 200-300 МГц. Датчики зв'язані спеціальними високочастотними кабелями з оригінальними підсилювачами електричних сигналів. Особливістю цих оригінальних, розроблених нами підсилювачів, виконаних на дискретних елементах, було використання кремнієвих транзисторів з максимальною робочою частотою до 1.5 ГГц.

Бетонні зразки розміром 30x200x8 мм виготовлялися з цементу марки ПЦ II/Б-Ш-400 ДСТУ Б В.2.7-46: 2010 і промитого річного піску у співвідношенні 1:2. Зразки формувались широкою пластиною відповідної товщини і до заданих розмірів вирізалися алмазним кругом на спеціальній різально-шліфувальній машині. Другий тип зразків відрізнявся від першого тим, що у якості наповнювача замість піску використовувались азбестові крихти у тій самій пропорції. Після формування зразки витримувались протягом місяця для завершення процесу повного застигання. Ударне навантаження прикладалось падаючим вантажем масою 2 кг 230 г з висоти 0.5, 1.0, 1.5 м, форма кінця ударника сферична, діаметром 20 мм.

На рис. 2, а. і 2, б. приведені типові осцилограми процесу руйнування цементно-пісочного і цементно-азбестового зразків відповідно. Нижня крива показує рівень акустичного випромінювання, а верхня – рівень електромагнітного випромінювання. Як видно з осцилограм, виникає стабільна електромагнітна емісія, яка разом з акустичною емісією може використовуватись для оцінки процесів динаміки руйнування і властивостей бетонів. Порівняння осцилограм руйнування зразків при різних швидкостях руйнування, що моделювалось скиданням вантажу з різної висоти, показало суттєві відмінності характеру і параметрів акустичної і електромагнітних емісій від різних висот падіння вантажу, тобто швидкості удару і відповідно швидкості руйнування.

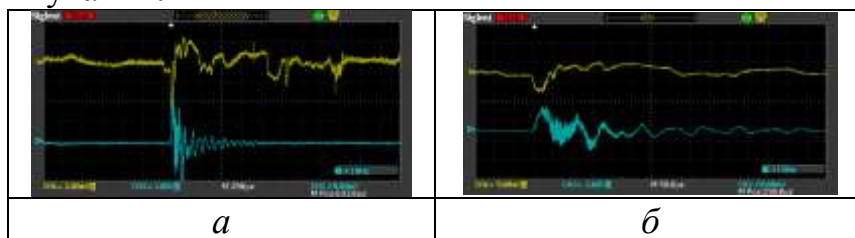


Рис. 2. Осцилограми процесу руйнування цементно-пісочного (а) і цементно-азбестового (б) зразків відповідно

Висновки

Доведено виникнення процесів електромагнітної емісії у цементно-пісочних і цементно-азбестових матеріалах та можливість їх використання для оцінки процесів їх руйнування.

Список використаних джерел

1. Warwick J.W. Radio emission associated with rock failure: possible application to the great Chilean earthquake / J.W. Warwick, C. Stoker, T.R. Meyer // Journal of Geophysical Research. – 1982. – vol. 87. – № b4. – p. 2851-2859.

2. Malyshkov Ju. P. Istochniki i mehanizmu elektromagnitnoi emissii v betonach / Ju. P. Malyshkov, T. V. Fursa, V. F. Gordeev // Izv. VUZov. Ser. "Stroitelstvo". – 1996. – № 12. – с. 31-37.

3. Shchegel G.O. Probabilistic damage modelling of textile-reinforced thermoplastic composites under high velocity impact based on combined acoustic emission and electromagnetic emission measurements / G.O. Shchegel, R. Böhm, A. Hornig, V.V. Astanin, W.A. Hufenbach // International Journal of Impact Engineering. – 2014. – Vol. 69. – с. 1-10.

4. Astanin V.V. Characterising failure in textile-reinforced thermoplastic composites by electromagnetic emission measurements under medium and high velocity impact loading / V.V. Astanin, G.O. Shchegel, W. Hufenbach, A. Hornig, A. Langkamp // International Journal of Impact Engineering, vol. 49, pp. 22-30, 2012.

Стаття надійшла до редакції 18.03.2015 р.

УДК 69.035.4

А. Д. Мани, асп, **А. М. Самедов**, д.т.н., проф. (НТУУ «КПІ»)

УШИРЕНИЕ ПОДОШВЫ СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЛАБЫХ ПОДСТИЛАЮЩИХ СЛОЕВ В МАССИВЕ ПОД СООРУЖЕНИЕМ

A. J. Mani, **A. M. Samedov** (National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»)

BROADENING OF THE SOLE STRUCTURE TO USE WEAK BASE LAYERS IN THE ARRAY AT STRUCTURE

Предложено при определении предварительных размеров (ширины и длины) подошвы сооружения использовать величину условного расчетного давления слабого подстилающего слоя грунта вместо величины условного расчетного давления R_0 прочного грунта под