

31. Нежесткие дороги. Отчет комитета С8 (XX Всемирный дорожный конгресс). Монреаль: PARC-AIPCR, 1995. 98 с.
32. Углова Е.В., Тиратурян А.Н., Акулов В.В., Валенцев Д.А., Шаталов В.Ю. Учет вероятностной составляющей при назначении проектных модулей упругости слоев асфальтобетона. *Инженерный вестник Дона*, 2016. № 2. С. 3-10.
33. Коганзон М.С., Яковлев Ю.М. *Качество и надежность дорожного строительства*: учебное пособие. М.: МАДИ, 1981. 90 с.
34. Ababutain A.Y., Bullen A. Multicriteria. Decision-Making Model for Selection of Build-Operate-Transfer Toll Road Proposals in the Public Sector. *Transportation Research Record*. 2003. № 1848. pp. 1-9.
35. Durango-Cohen P., Madanat S. Optimal maintenance and repair policies in infrastructure management under Uncertain Facility Deterioration Rates: an Adaptive Control Approach. *Transportation Research Record*. 2002. No. 36 (9). pp. 763-778.
36. *The AASHO Road Test*. Report 7: Final Summary. Washington: HRB, National Research Council. 1962. 56 p.
37. Гамеляк І.П. Системна модель забезпечення надійності конструкцій дорожніх одягів. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*, 2017. Вип. 100. С. 216-227.
- asphalt concrete layers. *Engineering Bulletin of the Don*, 2016. No. 2. P. 3-10.
33. Koganzon M.S., Yakovlev Yu.M. Quality and reliability of road construction: a tutorial. М.: МАДИ, 1981. 90 p.
34. Ababutain A.Y., Bullen A. Multicriteria. Decision-Making Model for Selection of Build-Operate-Transfer Toll Road Proposals in the Public Sector. *Transportation Research Record*. 2003. No. 1848. P. 1-9.
35. Durango-Cohen P., Madanat S. Optimal maintenance and repair policies in infrastructure management under Uncertain Facility Deterioration Rates: an Adaptive Control Approach. *Transportation Research Record*. 2002. No. 36 (9). pp. 763-778.
36. *The AASHO Road Test*. Report 7: Final Summary. Washington: HRB, National Research Council. 1962. 56 p.
37. Gamelyak I.P. A systematic model for securing the reliability of road constructions. *Automobile roads and road construction*, 2017. Vip. 100, pp. 216-227.

Batrakova A. G., Urdzik S. M. METHODS OF ASSESSING THE INFLUENCE OF CRACKS ON INDICATORS OF STRENGTH AND DEFORMATIVITY OF NON-RIGID PAVEMENT. The analysis of methods that allow to take into account the influence of the crack on the stress - strain state of the pavement structure is carried out. The existing theoretical and empirical methods are considered. According to the results of the analysis of models for assessing the condition of non-rigid pavement with destruction, it was determined that despite the significant amount of experimental data, the vast majority of models were obtained for specific road and climatic conditions and pavement designs and reflect the characteristics of the survey region. Therefore, the paper analyzes the methods of designing and assessing the state of the structure of the pavement, taking into account the probabilistic methods of reliability analysis.

Key words: non - rigid pavement, crack, deflection, reliability, stress - strain state, theoretical and empirical methods, probabilistic analysis.

doi.org/10.29295/2311-7257-2021-103-1-221-228

УДК: 693.542.5

Болотських О. М., Селіхова Я. В.

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
(вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, Україна, 61002; 1. e-mail: bolotskich@ukr.net; selikhova.yana@ukr.net;
orcid.org/0000-0002-1929-3013; orcid.org/0000-0002-4435-6557)

СУЧАСНІ ЄВРОПЕЙСЬКІ МОБІЛЬНІ ЛАБОРАТОРІЇ ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ БЕТОНУ

У статті описані види випробування бетонів; викладені основні функції та завдання випробувальних лабораторій підприємств - виробників бетонів; перераховані використовувані в цих лабораторіях основні обладнання та прилади; надано короткий аналіз існуючих лабораторій для випробування бетону; показана доцільність створення, застосування на практиці і подальшого вдосконалення мобільних лабораторій випробувань

бетону; описані устаткування та основні достоїнності нових мобільних лабораторій на базі морських контейнерів; приведений опис мобільної лабораторії на базі морського контейнера, випущеної німецькою компанією «TESTING Bluhm & Feuerherdt GmbH»; наведені необхідні відомості про використання мобільних лабораторій в різних країнах світу; показані перспективи подальшого розширення сфери застосування мобільних лабораторій для випробування бетону.

Ключові слова: лабораторія для випробування бетону, мобільні лабораторії, лабораторний морський контейнер, будівельний майданчик, об'єкт будівництва.

Вступ. У світовій практиці будівництва одним з основних видів використовуваної промислової продукції і будівельних матеріалів є бетон. Щорічно його випуск становить кілька мільярдів кубічних метрів. Для досягнення цієї мети витрачаються сотні мільйонів тон цементу, щебню, піску і інших його складових.

При виробництві та використанні бетону завжди дуже важливо знати і своєчасно визначати його властивості і особливості окремих його компонентів, на основі яких можна стверджувати про його якість. Це можливо тільки завдяки використанню сучасного лабораторного обладнання та знань актуальної нормативної документації, перш за все Євро-норм [1-3].

Сучасні підприємства повинні мати можливість протягом короткого часу виготовити на замовлення клієнтів необхідну кількість товарного бетону певної рецептури і необхідної якості, а також швидко доставити його до місця виконання робіт. При цьому для забезпечення необхідного контролю якості використовуваних матеріалів для виготовлення бетону, а також для розробки рецептур нової продукції, на підприємствах постійно працюють спеціальні стаціонарні лабораторії, оснащені необхідним обладнанням і приладами, на яких працює кваліфікований персонал [2]. У складі лабораторій можуть бути також окремі пости, які розміщуються безпосередньо на ділянках виконання робіт з бетонування.

Функції таких лабораторій наступні [3]:

- перевірка відповідності стандартам, технічним умовам, паспортам та сертифікатам матеріалів, конструкцій і виробів, які надходять на будівництво;
- визначення фізико-хімічних характеристик будівельних матеріалів;
- підбір складу бетонів, розчинів;
- контроль дозування і виготовлення бетонів і розчинів;
- відбір проб бетонних і розчинних сумішей, виготовлення зразків і їх випробування;
- визначення міцності матеріалів в конструкціях неруйнівними методами;
- перевірка та організація ремонту лабораторного устаткування і приладів, підтримання їх у належному стані, що забезпечує вимірювання з необхідною точністю і достовірністю.

Функції лабораторних постів наступні:

- участь в контролі якості БМР за вказівкою керівництва будівельної лабораторії (в частині перевірки фізико-технічних показників складових матеріалів);
- контроль технологічних режимів при виробництві БМР, включаючи температурний та вологісний режими навколишнього середовища, а також технічні вимоги щодо розвантаження та складування матеріалів, призначених для виконання робіт.

Найголовнішими завданнями бетонної лабораторії є [4]:

- розробка рецептури бетону і випробування його нових сортів;
- розробка плану з нагляду та контролю бетону;
- контроль вихідних компонентів для виробництва бетону (заповнювача, цементу, піску [8, 9, 10, 12, 13], домішок і наповнювача);
- контроль продукції підприємства відповідно до нормативної документації за рахунок регулярного контролю бетонної суміші і випробувань затверділого бетону;

- аналіз результатів випробувань і складання актів про відповідність бетону нормативним вимогам;
- навчання співробітників підприємства;
- консультування клієнтів.

Лабораторія виробника бетону оснащується таким обладнанням і приладами [4]:

- обладнанням і приладами для фізико-механічних випробувань;
- ваговим обладнанням;
- обладнанням для випробування наповнювачів для бетонів і розчинів;
- приладами для випробування в'язучих матеріалів [2, 11];
- приладами для вимірювання температури і вологості.

Крім цього, ці лабораторії оснащуються спеціальними меблями. Лабораторні меблі виконуються, як правило, з високоякісної нержавіючої сталі [5].

Випуском обладнання та меблів для будівельних лабораторій в Європі займається ряд компаній. Найбільш істотний внесок в їх розвиток і випуск вносить німецька компанія «TESTING Bluhm & Feuerherdt GmbH» [6, 7].

У практиці будівництва різних об'єктів в останні роки все частіше почали обладнувати спеціальні випробувальні лабораторії безпосередньо на будівельних майданчиках для моніторингу робіт і якості матеріалів та виробів власними службами контролю і зовнішнього аудиту. Крім того, для цих цілей почали частіше використовувати спеціальні пересувні (мобільні) будівельні лабораторії. Ці лабораторії мають цілий ряд переваг, завдяки яким вони отримують все більше попиту в різних країнах світу.

Ця стаття присвячена опису та аналізу сучасних мобільних лабораторій, які використовуються для контролю якості матеріалів, виробів і конструкцій на різних будівельних об'єктах.

Мета дослідження: розширення сфери застосування нових мобільних лабораторій для випробування бетону в Україні з метою підвищення якості і ефективності будівництва різних об'єктів.

Основний зміст: мобільні лабораторії призначені перш за все для проведення випробувань на об'єктах будівництва та контролю якості матеріалів, виробів і конструкцій, включаючи ґрунти, асфальт, цемент, щебінь, пісок, сталеві вироби і арматуру, будівельні розчини, бетонні суміші та домішки до бетону.

На практиці використовують мобільні лабораторії двох видів:

- на базі легкового або вантажного автомобіля, а також причепа;
- на базі морського контейнера.

На рис. 1 представлені мобільні лабораторії, обладнані на базі автомобілів і причепа.



Рис. 1. Загальні види мобільних лабораторій на базі:

а) легкового автомобіля; б) вантажного автомобіля; в) причепа.

Внаслідок специфіки робіт, розташування об'єктів будівництва і ремонту, а також видів, розмірів і маси лабораторного обладнання мобільні лабораторії на базі автотранспорту часто використовуються будівельниками доріг.



Рис. 2. Робота мобільної дорожньої лабораторії

Розміщення основного устаткування мобільної лабораторії в кузові вантажного автомобіля показано на рис. 3.



Рис. 3. Устаткування лабораторії в кузові автомобіля

Мобільні лабораторії на базі автомобілів для випробування цементу, розчину і бетону мають такі недоліки:

- обмежені розміри приміщень;
- неможливість розміщення важкого лабораторного обладнання (пресів);
- недостатня освітленість;
- складність або неможливість підключення комунікацій (електроенергії з напругою 220/380 В + водопостачання);
- складність суміщення з побутовими приміщеннями для персоналу.

Більшість з перерахованих вище недоліків відсутні в сучасних мобільних лабораторіях, створених на базі морського контейнера (рис. 4).

При створенні таких мобільних лабораторій використовуються морські контейнери стандартної довжини (20 або 40 футів). Ці контейнери-лабораторії в залежності від поставленого завдання оснащуюються відповідним обладнанням та меблями. Розміщення обладнання та меблів всередині контейнера представлено на рис. 5.



Рис. 4. Мобільна лабораторія на базі морського контейнера, створена німецькою компанією «TESTING Bluhm & Feuerherdt GmbH».

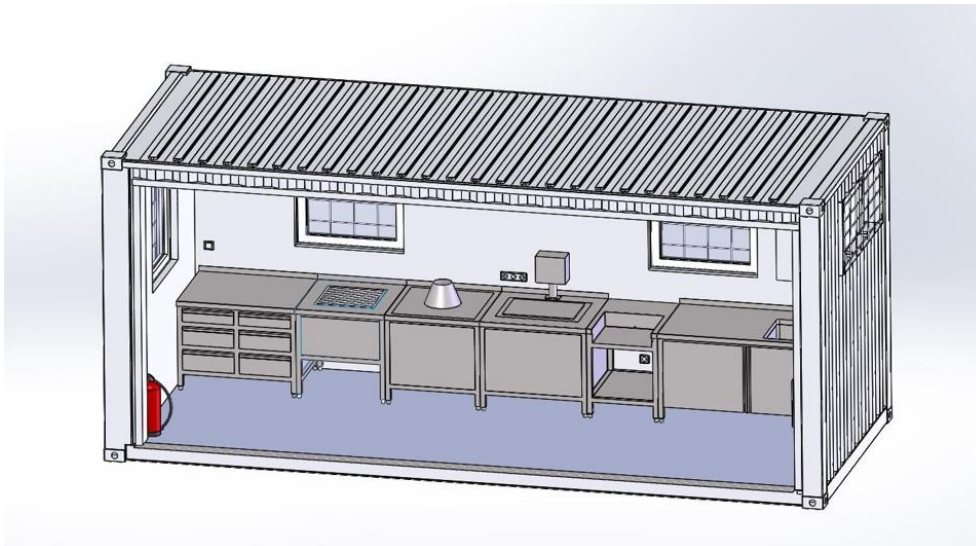


Рис. 5. Розміщення обладнання та меблів всередині контейнера-лабораторії.

Лабораторія компанії «TESTING Bluhm & Feuerherdt GmbH» на базі 20-футового контейнера має наступну технічну характеристику:

- розміри (довжина × ширина × висота) - 6058 × 2438 × 2896 мм;
- порожня вага - 2800 кг;
- вага з обладнанням - 5500 кг;
- допустима загальна вага - 30 000 кг;
- встановлення кондиціонування (нагрівання і охолодження) повітря потужністю 2000 Вт;
- примусова вентиляція.

Мобільні лабораторії на базі морського контейнера мають наступні переваги:

- можливість виконання вхідного контролю на місці виконання будівельних робіт [14];
- можливість проведення нормативних руйнівних випробувань цементу і бетону (підлога і бічні стіни контейнера, як правило, додатково зміцнюються для надійного монтажу і роботи пресів, а також на випадок транспортування лабораторії);

- можливість оснащення мобільної лабораторії невеликими допоміжними вантажопідійомними механізмами для полегшення роботи персоналу;
- можливість підтримки заданих кліматичних умов, тобто спроможність оснащення мобільної лабораторії установками кондиціонування повітря, системами опалення та теплоізоляції;
- наявність електропостачання, водопостачання, каналізації та освітлення;
- можливість повноцінного використання багатофункціональних лабораторних меблів з нержавіючої сталі;
- можливість переміщення і навантаження контейнера на будівельному майданчику з використанням потужних спеціалізованих навантажувачів.
- мобільність, тобто можливість транспортування контейнера на значні відстані автомобільним, залізничним і водним видами транспорту;

На рис. 6 показані способи перевезення контейнерів-лабораторій автомобільним, залізничним і водним видами транспорту:



Рис. 6. Транспортування морських контейнерів-лабораторій: а) автомобільним, б) залізничним; в) водним видами транспорту.

Компанія «TESTING Bluhm & Feuerherdt GmbH» в 2014 році виготовила і поставила мобільні лабораторні контейнери розмірами 20 і 40 футів в Бразилію і Уругвай. Крім того, в 2015 році на замовлення хімічного концерну WACKER компанією була спроектована і виготовлена мобільна лабораторія на базі морського контейнера для Казахстану. На теперішній час випуск таких лабораторій продовжується.

Досвід експлуатації описаних вище мобільних лабораторій на базі морських контейнерів показав їх ефективність при будівництві крупних об'єктів, а також підтвердив перспективність їх подальшого застосування в різних країнах світу.

Висновки. Ефективний контроль якості товарного бетону, що випускається підприємствами, забезпечується спеціальними стаціонарними випробувальними лабораторіями, що входять до їх складу. Ці лабораторії стежать за відповідністю готової продукції

встановленим нормативним вимогам, а також розробляють рецептури нових бетонів і забезпечують їх випробування.

Для проведення випробування бетону безпосередньо на різних об'єктах будівництва використовуються мобільні лабораторії на базі легкових або вантажних автомобілів, причепів, а також морських контейнерів.

При будівництві крупних об'єктів з використанням великих обсягів бетонів найбільш ефективним є застосування мобільних випробувальних лабораторій на базі морських контейнерів, випуск яких здійснює німецька компанія «TESTING Bluhm & Feuerherdt GmbH». Досвід експлуатації цих лабораторій підтвердив їх ефективність і доцільність подальшого розширення сфери застосування.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Болотских О. Н. *Европейские методы физико-механических испытаний бетона*. Первое издание. Харьков: издательство ЮНИСОФТ, 2010. 144 с.
2. Болотских О. Н. *Европейские методы физико-механических испытаний цемента*. Второе издание. Харьков: издательство ЮНИСОФТ, 2015. 88 с.
3. Болотских О. Н., Ройтер Г.-Г., Циммер У. П. *Европейские методы физико-механических испытаний бетона*. Второе издание. Берлин: издательство Грюненберг, 2017. 200 с.
4. Хирши Т., Кнауер Х., Ланц М., Шлумпф Й., Шрабак Й., Шпириг К., Вэбер У., Синякин А. *Справочник по бетонам Sika*, 2013. 250 с.
5. Zimmer U. P., Wöhl U., Breit W. *Handbuch der Betonprüfung. Anleitungen und Beispiele*. Düsseldorf: Verlag BAU+TECHNIK, 2012. 673 с.
6. Zimmer U. P., Reuter H.-H. *Betonprüfung kompakt. Die 33 wichtigsten Untersuchungen in Wort und Bild*. Erkrath: Verlag BAU+TECHNIK, 2019. 242 с.
7. Zimmer U. P. *Baustoffprüfungen. Arbeitsbuch*. Berlin: Cornelsen Verlag, 1997.
8. Rendchen K., Manns W., Loch W. Normsand nach DIN 1164 Teil 7. *Zement-Kalk-Gips*. 1989. 42. No. 6. pp. 306-310.
9. Sand aus Beckum ist ein weltweiter Markenartikel – 50 Jahre NORMENSAND GmbH; *Zement – Kalk – Gips*. 2005. 58. Heft 5. S. 22-28.
10. Schellhorn, H., Struth, R., Sybertz F.: CEN-Normsand: Ein bewährtes Produkt der Qualitätskontrolle. *Cement International*, 2007. Heft 2. S. 54-62.
11. EN 196-1: 2005-05 *Methods of testing cement – Part 1: Determination of strength*.
12. Schellhorn H, Struth R, Sybertz F. CEN standard sand – a proven quality control product. *Cement International*. 2007. 5. pp. 54-62.
13. Boos P., Baetzner S. Standard sand as the standard for worldwide monitoring of cement quality. *Cement International*. 2013. 11. pp. 72-77.

REFERENCES:

1. Bolotskikh O.N. *Evropeyskie metody fiziko-mekhanicheskikh ispytaniy betona*. Pervoe izdanie. Kharkov, izdatelstvo JUNISOFT, 2010. 144 s.
2. Bolotskikh O.N. *Evropeyskie metody fiziko-mekhanicheskikh ispytaniy tsementa*. Vtoroe izdanie. Kharkov, izdatelstvo JUNISOFT, 2015. 88 s.
3. Bolotskikh O.N., Royter G.-G., Tsimmer U. P. *Evropeyskie metody fiziko-mekhanicheskikh ispytaniy betona*. Vtoroe izdanie. Berlin, izdatelstvo GRJUNENBERG, 2017. 200 s.
4. Khirschi T., Knauber X., Lants M., Shlumpf Y., Shrabak Y., Shpirig K., Veber Y., Siniakin A. *Spravochnik po betonam Sika*, 2013. 250 s.
5. Zimmer U. P., Wöhl U., Breit W. *Handbuch der Betonprüfung. Anleitungen und Beispiele*. Düsseldorf: Verlag BAU+TECHNIK, 2012. 673 с.
6. Zimmer U. P., Reuter H.-H. *Betonprüfung kompakt. Die 33 wichtigsten Untersuchungen in Wort und Bild*. Erkrath: Verlag BAU+TECHNIK, 2019. 242 с.
7. Zimmer U. P. *Baustoffprüfungen. Arbeitsbuch*. Berlin: Cornelsen Verlag, 1997.
8. Rendchen K., Manns W., Loch W. Normsand nach DIN 1164 Teil 7. *Zement-Kalk-Gips*. 1989. 42. No. 6. pp. 306-310.
9. Sand aus Beckum ist ein weltweiter Markenartikel – 50 Jahre NORMENSAND GmbH; *Zement-Kalk-Gips*. 2005. 58. Heft 5. S. 22-28.
10. Schellhorn, H., Struth, R., Sybertz F.: CEN-Normsand: Ein bewährtes Produkt der Qualitätskontrolle. *Cement International*, 2007. Heft 2. S. 54-62.
11. EN 196-1: 2005-05 *Methods of testing cement – Part 1: Determination of strength*.
12. Schellhorn H, Struth R, Sybertz F. CEN standard sand – a proven quality control product. *Cement International*. 2007. 5. pp. 54-62.
13. Boos P., Baetzner S. Standard sand as the standard for worldwide monitoring of cement

14. CEMEX. Baustofftechnische Daten nach DIN EN 206-1 und DIN 1045. 19. Auflage, 2008. pp. 99.

quality. Cement International. 2013. 11. pp. 72- 77.

14. CEMEX. Baustofftechnische Daten nach DIN EN 206-1 und DIN 1045. 19. Auflage, 2008. pp. 99.

Bolotskikh O. M., Selikhova Y. V. MODERN EUROPEAN MOBILE CONCRETE TESTING LABORATORIES. The article describes the types of concrete testing; outlines the main functions and tasks of testing laboratories of enterprises - manufacturers of concrete; the main equipment and instruments used in these laboratories are listed; a brief analysis of existing concrete testing laboratories is given; the expediency of creation, application in practice and further improvement of mobile concrete testing laboratories is shown; the device is described and the advantages of new mobile laboratories based on sea containers are described; shows the technical characteristics of a mobile laboratory based on a sea container issued by the German company «TESTING Bluhm & Feuerherdt GmbH»; specific examples of the use of mobile laboratories in different countries of the world are given; shows the prospects for further expanding the scope of mobile concrete testing laboratories.

Key words: laboratory, concrete testing, mobile laboratories, laboratory sea container, construction site, construction object.

doi.org/10.29295/2311-7257-2021-103-1-228-234

УДК: 69.059.38

Болотських О. М., Шаповал С. В.

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

(вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, Україна, 61002; e-mail bolotskikh@ukr.net;

Svitlana.Shapoval@kname.edu.ua; orcid.org/0000-0002-1929-3013; orcid.org/0000-0002-9452-0503)

ПЕРЕВАГИ САМОУЩІЛЬНЮВАЛЬНОГО БЕТОНУ І ПЕРСПЕКТИВИ ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ В УКРАЇНІ

Наведено основні відомості про самоущільнювальний бетон, дана його рецептура, показані переваги в порівнянні з іншими видами бетонів, описана сфера ефективного використання, наведені рекомендації для його застосування на будівельних об'єктах в Україні.

Ключові слова: самоущільнювальний бетон, розтікання, опалубка, арматура, ущільнення, вібратор, добавка, тривалість бетонування.

Вступ. Відсутність тісного взаємозв'язку між будівельною наукою і практикою, недостатньо кваліфікований і не зацікавлений персонал на будівельних майданчиках і в проектних бюро, а також використання старих технологій, засобів механізації та матеріалів в будівництві України в минулому столітті призвело до значного відставання будівельної галузі в порівнянні з багатьма європейськими країнами. Результатом цього стало:

- одноманітність і сірість міської забудови в "спальних" районах наших міст;
- низька якість будівництва будівель із збірного залізобетону;
- застосування не довговічних і нерідко небезпечних для здоров'я людини матеріалів;
- не комфортні умови проживання в більшості будинків старої післявоєнної забудови.

Для того, щоб забезпечити в сучасних умовах належну якість будівництва різних об'єктів необхідно використовувати нові технології і будівельні матеріали, а також забезпечити постійний їх контроль. В останні десятиліття ситуація на будівельних майданчиках нашої країни поступово змінюється на краще. Якості будівельного виробництва пред'являються все більш жорсткі вимоги. У виробників будівельних матеріалів почали з'являтися сучасні будівельні лабораторії, прилади та обладнання, що дозволяють постійно контролювати якість вхідної сировини та готової продукції, в тому числі і безпосередньо на будівельних майданчиках. Будівельні організації придбають нове високоякісне лабораторне