

УДК 691.327.3:624.014.2

*С.А. Гудзь, к.т.н., ст. викладач  
Ю.О. Авраменко, к.т.н., ст. викладач  
В.О. Сіробаба, магістрант*

*Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка*

## **ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕГКИХ БЕТОНІВ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ЛСТК**

*Наведено порівняльну характеристику легких бетонів. Викладено рекомендації щодо їх застосування при підсиленні легких сталевих тонкостінних конструкцій.*

**Ключові слова:** *легкі сталеві тонкостінні конструкції, керамзитобетон, полістиролбетон, арболітобетон, пінобетон, газобетон.*

УДК 691.327.3:624.014.2

*С.А. Гудзь, к.т.н., ст. преподаватель  
Ю.А. Авраменко, к.т.н., ст. преподаватель  
В.А. Сиробаба, магистрант*

*Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка*

## **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕГКИХ БЕТОНОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЛСТК**

*Приведена сравнительная характеристика легких бетонов. Изложены рекомендации по их применению при усилении легких стальных тонкостенных конструкций.*

**Ключевые слова:** *легкие стальные тонкостенные конструкции, керамзитобетон, полистиролбетон, арболитобетон, пенобетон, газобетон.*

UDC 691.327.3:624.014.2

*S.A. Guds, PhD, senior lecturer  
Yu.O. Avramenko, PhD, senior lecturer  
V.O. Sirobaba, master student*

*Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University*

## **COMPARISON BEHAVIOR OF LIGHT-WEIGHT CONCRETES THAT USED FOR ENLARGEMENT BEARING CAPACITY OF LSTS**

*This article presents comparison behavior of light-weight concretes. References of LSTS constructions enhancing with light-weight concretes are expound.*

**Keywords:** *light steel thin-walled structures, ceramsite concrete, polystyrene concrete, cement wood, foam concrete, cellular concrete.*

**Вступ.** В умовах сучасного будівництва найбільш ефективною технологією будівництва швидкокомтованих споруд є використання каркасної системи з легких сталевих тонкостінних конструкцій (ЛСТК). Але застосування їх у більш масштабних цілях не дозволяє невелика

несуча здатність. Комбінування з іншими матеріалами, такими як бетон, дає можливість підвищити міцнісні характеристики конструкції в цілому. В Україні комбіновані конструкції застосовуються досить рідко, що викликано практично відсутністю нормативної бази для розрахунків і проектування такого виду конструкцій. Але в деяких випадках тільки застосування цього типу конструкцій дозволяє отримати оптимальне рішення за вимогами несучої здатності, вогнестійкості, максимальної корисної площі та свободи укладання інженерних комунікацій.

Щоб конструкція не втрачала своєї основної характеристики – легкості, у комбінації з ЛСТК використовують легкі бетони. Бетони на легких заповнювачах широко застосовують у будівельній індустрії завдяки невеликій середній густині, достатній міцності та низькій теплопровідності. При відповідних заповнювачах і цементах високих марок міцність легких бетонів може досягати 50 МПа.

Саме вибір легкого бетону для підсилення конструкцій сприяє загальній роботі конструкції в цілому, причому цей вибір повинен ураховувати всі види факторів, які будуть впливати на конструкцію, як при нормальній, так і при аварійній роботі.

Отже розроблення рекомендацій щодо використання легких бетонів для підсилення ЛСТК є актуальною науково-технічною проблемою.

**Огляд останніх джерел досліджень і публікацій.** Легкі бетони мають ряд істотних відмінностей порівняно з іншими видами бетонів. До їх переваг відносять можливість варіювання в широких межах міцності та щільності, внаслідок чого вони можуть бути як теплоізоляційним, так і конструкційним матеріалом, що підтверджено попередніми дослідженнями [1]. В останні роки все ширше й успішніше застосовуються легкі бетони для створення комбінованих огорожувальних конструкцій каркасних будинків різної поверховості, утеплення фасадів, теплоізоляції покрівель, перекриттів і т.п. [2].

Найпоширенішими з легких бетонів, які застосовуються для підсилення несучих конструкцій, є полістиролбетон і керамзитобетон. Підвищення якісних характеристик цих бетонів здійснюється досить успішно. Доказом цього є широке використання в різних галузях будівництва [3].

Що стосується керамзитобетону, то, незважаючи на значн кількість розробок у цьому напрямі, реальні досягнення у підсиленні конструкцій протягом багатьох років достатньо малі [4].

Полістиролбетон, на відміну від керамзитобетону, має ширше практичне застосування при підсиленні конструкцій.

**Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми.** Питання вибору легких бетонів для підсилення ЛСТК залишається відкритим і потребує ґрунтовних експериментально-теоретичних досліджень.

**Постановка завдання.** У роботі поставлено за мету порівняти характеристики легких бетонів і навести рекомендації щодо застосування найбільш ефективних для відповідних умов експлуатації.

**Основний матеріал і результати.** Для вибору легкого бетону потрібно враховувати такі фактори:

- призначення конструкції;
- технологія виготовлення;
- умови експлуатації;
- поведінка при аварійних ситуаціях.

Підсилення легкими бетонами доцільно для несучих конструкцій, але можливе бетонування й огорожувальних конструкцій, що підвищить не тільки теплоізоляційні характеристики, а й надасть просторової жорсткості конструкції вцілому.

Технологічний процес виготовлення легких ніздрюватих бетонів унеможливує застосування при підсиленні конструкції на будівельному майданчику. Технологія заповнення холодногнутих профілів легкими бетонами не допускає нагріву конструкції, який може призвести до зміни молекулярної структури профілю. Тому використання бетонів, що утворюються термічним способом, недопустимо. Також застосування бетонів, для утворення котрих потрібен складний технологічний процес, не є технічно й економічно доцільним. До таких бетонів належать ніздрюваті бетони, а саме піно- і газобетони.

При виборі легких бетонів потрібно звертати увагу на заповнювачі, особливо на органічні. В'язучими в бетонах на органічних заповнювачах служать різні види цементних в'язучих, гіпс, розчинне скло, каустичний магнезит та ін. Бетони на гіпсових в'язучих з органічним наповнювачем можна застосовувати тільки в місцях, захищених від зволоження. Залежно від призначення будівлі будуть змінюватимуться й умови експлуатації. Зокрема, такі чинники, як вологість та кислотність повітря можуть призвести до зниження якісних характеристик органічних заповнювачів і тим самим до непридатності всієї конструкції.

Поведінка легких бетонів при аварійних ситуаціях суттєво впливає на несучу здатність усієї конструкції. На території України аварії виникають унаслідок грубих помилок на стадії проектування, недотримання технології зведення, механічних пошкоджень, а також аварійних ситуацій, які можуть виникати при самій експлуатації будівлі, такі як пожежа чи підтоплення та ін.

Ураховавши ці всі фактори, що впливають на конструкцію, підбравши легкі бетони, можна підвищити не лише характеристики міцності конструкції, а й забезпечити надійну роботу при аварійних ситуаціях, що надасть більше часу на ліквідування аварії.

Для підсилення ЛСТК не рекомендується застосування таких легких бетонів:

– ніздрюватих бетонів (пінобетон, газобетон) через їх технологію виготовлення.

– бетонів на легких органічних заповнювачах (арболіт, костробетон) і на основі пористих в'язучих (перлітобетон, шлакобетон) через чутливість до агресивних середовищ.

Домінуюче місце серед рекомендованих для використання легких бетонів посідають полістиролбетони та керамзитобетони. Порівняно з іншими легкими бетонами ці не потребують складної технології укладання, є досить стійкими до агресивних середовищ і в аварійних ситуаціях, таких як пожежа та підтоплення, є досить стійкими.

Характеристики основних видів легких бетонів, що використовуються на території України, наведено у таблиці 1.

**Таблиця 1 – Порівняльні характеристики легких бетонів**

№ з/п	Найменування показника	Одиниці виміру	Значення				
			Не рекомендовані			Рекомендовані	
			Пінобетон	Арболітобетон	Шлакобетон	Полістиролбетон	Керамзитобетон
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Міцність	МПа	3,5–6,4	0,35–35	2,5–15	0,73–3,6	0,5–50
2	Середня густина	кг/м <sup>3</sup>	600–800	400–850	500–1000	150–600	350–1800
3	Теплопровідність	Вт/м*К	0,29–0,38	0,07–0,17	0,3–0,5	0,55–0,145	0,14–0,66
4	Морозостійкість	цикли	15–50	25–50	15–25	100–150	15–500
5	Усадка	мм/м	0,01–0,02	4–5	0	до 1,0	0,3 – 0,5
6	Водопоглинання	%	3,8–6,6	45–80	75	до 4	5–10
7	Паропроникність	мг/(м*год*Па)	0,1–0,12	0,19	0,3–1,4	0,135–0,068	0,3–0,9
8	Вогнестійкість	год.	2	0,7-1,5	3	–	більше 3
9	Звукоізоляція	Дб	46–58	48–74	43	37	45–50
10	Максимальна поверховість будівлі	поверхів	1–2	2–3	3	3	12

Проаналізувавши дані, наведені в таблиці, можна зробити такі висновки.

Пінобетон хоча й задовольняє основні експлуатаційні вимоги, але через складність технології виготовлення не може застосовуватися при підсиленні ЛСТК.

Арболітобетон і шлакобетон мають достатньо високі показники міцності, вогнестійкості, але при експлуатації конструкцій з підвищеною вологістю характеристики міцності бетонів значно знижуються. Тому використання таких бетонів можливе тільки в сухих експлуатаційних умовах.

Полістиролбетон і керамзитобетон повністю відповідають як експлуатаційним вимогам, так і вимогам при аварійних ситуаціях.

При аварійних ситуаціях вогнестійкість керамзитобетону незалежно від класу міцності й об'ємної ваги залишається сталою величиною. Заповнювач – керамзит – витримує більше 3 годин при температурі 1050°C, чого не можна сказати про полістиролбетон, який при найвищих класах міцності та об'ємній вазі відносять до негорючих матеріалів. А при зменшенні об'ємної ваги і класу міцності знижується і вогнестійкість. Оскільки основним заповнювачем є полістирол, який при температурі 200°C починає плавитись, виділяючи шкідливі газы, а при 320°C – горіти. Відсотковий уміст заповнювача полістиролу обернено пропорційно впливає на вогнестійкість полістиролбетону [5].

За своїми властивостями керамзитобетон порівняно з полістиролбетоном має ширший діапазон класів міцності, що дає більш ефективне підсилення. З класом міцності зростає і вага конструкції, тому керамзитобетон доцільно застосовувати при підсиленні конструкцій, що працюють на центральний стиск, такі як колони.

Щодо балок, ферм, ригелів, де є згинальні моменти, керамзитобетон буде не таким ефективним. У цьому випадку об'ємна вага легкого бетону, повинна бути мінімальною при заданих умовах, тому використання пінополістиролбетону в таких конструкціях є доцільнішим.

Таким чином, не знімаючи питання про актуальність досліджень у галузі вдосконалення технології та збільшення обсягів виробництва традиційних пористих заповнювачів і бетонів із середньою щільністю 500...1800 кг/м<sup>3</sup> на їх основі, необхідно вести пошук альтернативних матеріалів і технологій. У зв'язку із цим увагу дослідників давно акцентовано на можливості розширення сировинної бази й виробництва нових пористих заповнювачів.

**Висновок.** Складено порівняльну характеристику та надано рекомендації щодо застосування легких бетонів при підсиленні ЛСТК. На основі порівняння було визначено найбільш ефективними керамзитобетон і полістиролбетон.

На сьогодні технічна доцільність, економічна ефективність та перспективність застосування легких бетонів у різних галузях будівництва не викликають сумнівів. Про це свідчать не тільки роботи вітчизняних і зарубіжних учених, але й світовий досвід будівництва.

#### *Література*

1. Семко О.В. Легкий бетон для заповнення порожнин сталевих тонкостінних конструкцій / О.В. Семко, Д.М. Лазарев, Ю.О. Авраменко // Зб. наук. пр. ДП НДІБК. Вип. 74. – К., 2011. – С. 659–666.
2. Филиппов В.П. Рекомендации по применению полистиролбетона в строительстве / В.П. Филиппов, В.А. Беляков. – Екатеринбург: ОАО «УралНИИАС», 2002. – 23 с.

3. Семко О.В. До питання розробки надлегких сталезалізобетонних конструкцій, Семко О.В., Авраменко Ю.О., Авраменко Д.О. // *Материалы ||| Международной научно-технической Интернет-конференции «Строительство, реконструкция и восстановление зданий городского хозяйства», (15.04 – 15.05.12).* – Харків., ХНАМГ, 2012. – С. 280 – 286.

4. Комиссаренко Б.С. *Керамзитобетон – эффективный материал для ограждающих конструкций с учетом современных требований по теплозащите / Б.С. Комиссаренко, А.Г. Чикноворьян // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века.* – 1999. – № 5. – С.43–48.

5. *ГОСТ Р 51263-99. Полистиролбетон. Технические условия.* – М., Госстрой России, 1999. – 10 с.

*Надійшла до редакції 19.03.2014  
©С.А. Гудзь, Ю.О. Авраменко, В.О. Сіробаба*