

Семко О.В., д.т.н., професор,
ORCID: 0000-0002-2455-752X, e-mail: a.semko@gmail.com
Сіробаба В.О., аспірант,
ORCID: 0000-0001-9187-638X, e-mail: vitalij.sirobaba@gmail.com
Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка
Дарієнко В.В., к.т.н., доцент,
ORCID: 0000-0001-9023-6030, e-mail: vdarienko@yandex.ua
Центральноукраїнський національний технічний університет

МІЦНІСТЬ ТА ДЕФОРМАТИВНІСТЬ ТРУБОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ НА ЛЕГКИХ БЕТОНАХ

Анотація. Проведено аналітичний розрахунок, чисельне моделювання та експериментальні дослідження сталобетонних трубних елементів, виготовлених з тонкостінного оцинкованого листового металу, заповненого легким бетоном. Запропонований вид конструкцій може застосовуватися, як окремою конструкцією у вигляді колони або стійки, так і одним із видів підсилення існуючих конструкцій. Наведені основні технологічні та конструктивні вимоги до виготовлення і подальшої експлуатації конструкцій. Для визначення фактичних показників роботи новоутворених конструкцій проведені експериментальні дослідження зразків та надано рекомендації щодо корегування загальновідомих формул розрахунку подібних конструктивними параметрами конструкцій. Виконано чисельне моделювання роботи досліджуваних конструкцій у програмному комплексі скінченно-елементного аналізу.

Ключові слова: труобетон, випробування, моделювання, полістиролбетон.

Semko O.V., doctor of technical sciences, professor,
ORCID: 0000-0002-2455-752X, e-mail: a.semko@gmail.com
Sirobaba V.O., postgraduate,
ORCID: 0000-0001-9187-638X, e-mail: vitalij.sirobaba@gmail.com
Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University
Darienko V. V., candidate of technical sciences, associate professor,
ORCID: 0000-0001-9023-6030, e-mail: vdarienko@yandex.ua
Central Ukrainian National Technical University

STRENGTH AND DEFORMITY OF CONCRETE FILLED STEEL TUBE STRUCTURES ON LIGHTWEIGHT CONCRETE

Abstract. The calculation, modeling and experimental research of steel-concrete tubular elements made of thin-walled galvanized sheet metal and lightweight concrete have been carried out. The proposed type of structures can be used as a separate structure in the form of a column or a pillar, and one of the types of the reinforcement of a certain light structure. The basic technological and constructive requirements for manufacturing and further exploitation of structures are given. For determination of actual work's indexes of constructions experimental research of standards are undertaken, and recommendations on adjustment of well-known formulas of calculation of close constructions as for structural parameters are given. The design (modeling) was performed in MSC / Nastran software. An analysis of the use of the proposed structures is carried out with the corresponding conclusions.

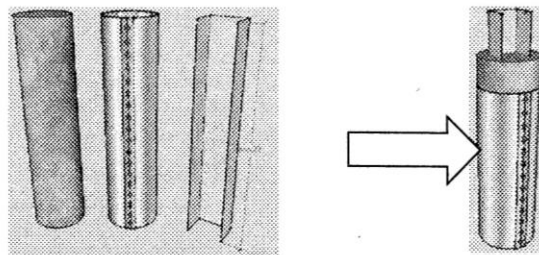
Keywords: concrete filled steel tube, testing, modeling, polystyrene concrete.

У будівельній практиці достатньо широко використовують змішані системи, у яких на сталеві несучі конструкції вкладають залізобетонні настили, плити та інші конструкції. Об'єднання їх у цілісну сталезалізобетонну або сталобетонну конструкцію дає можливість у багатьох випадках більш раціональніше використовувати властивості сталі і бетону, зменшити витрати будівельних матеріалів, підвищити економічну ефективність [1; 2].

Одним із варіантів є поєднання легкого бетону та тонкостінного сталевого профілю (ЛСТК) [3]. Ця конструкція може бути використана як окрема конструкція, так і для підсилення несучих конструкцій будівель із сталевим легким каркасом. Окрім наведених переваг, бетон із використанням легких наповнювачів має низьку теплопровідність, що дозволяє використовувати його і в якості теплоізолятора [3]. Конструювання конструкцій, що враховують особливості роботи кожного із матеріалів, а також сумісну їх роботу у якості легкого труботбетону є одним із невирішених питань сьогодення.

Дослідження проводились на трикомпонентних зразках (малюнок 1):

1. компонент №1 – легкий бетон (полістиролбетон класу міцності В2,5 густиною 750 кг/м^3 , $h=400\text{мм}$, $d=100\text{мм}$);
2. компонент №2 – оболонка з оцинкованої листової сталі. ($h=400\text{мм}$, $d=100\text{мм}$, $t=0.42\text{мм}$. З'єднання по шву за допомогою фальцювання і заклепок);
3. компонент №3 – ЛСТК профіль ($\Sigma 50 \times 20\text{мм}$, $t=0.5\text{мм}$)



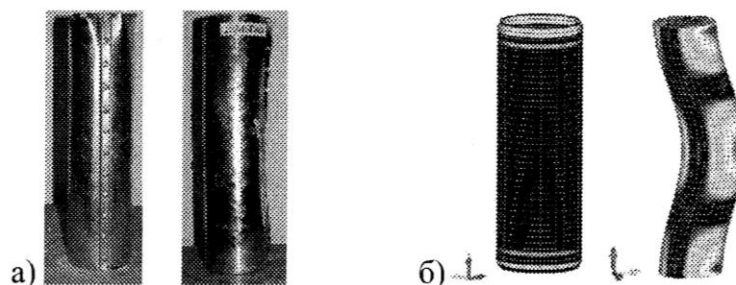
Малюнок 1. Трикомпонентна труботбетонна конструкція

Всі зразки були поділені на серії, кожна з серій обумовлювала роботу кожного елемента чи поєднання декількох.

- 1-ша серія зразків – полістиролбетонні циліндри;
- 2-га серія – сталева труба-оболонка;
- 3-тя серія – ЛСТК профіль;
- 4-та серія – поєднання компонентів: труби-оболонки заповненої полістиролбетоном;
- 5-та серія – поєднання трьох компонентів: труби-оболонки з профілем ЛСТК заповненої полістиролбетоном.

При аналітичному розрахунку несучої здатності зразків *не враховано* сумісну роботу поєднаних матеріалів через відсутність нормативної бази на розрахунок легких труботбетонних конструкцій. Тому прийнято рішення у першому наближенні за аналітичного методу визначити критичне зусилля руйнування зразка як сумарне значення руйнівного навантаження його компонентів. Різниця між експериментальним і першим наближенням аналітичного способу розрахунку доводить сумісну роботу використаних матеріалів.

Руйнівні навантаження експериментально випробуваних зразків внесено до другого стовпчику таблиці 1. Вигляд деяких зразків після руйнування показано на малюнку 2, а.



Малюнок 2. Вигляд зразків після експериментальних (а) та чисельних (б) досліджень

Чисельне моделювання напружено-деформованого стану труботбетонних конструкцій виконано в системі NASTRAN Femap 10.1.1 SC 32bit. Основною метою моделювання було досягнення найбільш близького опису роботи конструкції у

порівнянні з експериментальними результатами [4]. Ескіз деформування деяких зразків, отриманий моделюванням скінченно-елементної моделі, показано на малюнку 2, б.

Таблиця 1

Порівняння результатів розрахункових, експериментальних досліджень та комп'ютерного моделювання

Найменування характеристик		Критичне зусилля руйнування зразка N_{cr} , кН, отримане:		
		аналітично	експериментально	МСЕ
Сталева труба-оболонка		24,8	22,3	24,53
Полістиролбетон		19,78	18,64	23,00
ЛСТК Σ профіль		9,3	8,7	9,87
Труبوبетонна конструкція	навантаження на весь переріз	24,8+19,78=44,58	48,5	51,83
	навантаження на бетон	19,78	46,0	52,17
Труبوبетонна конструкція з профілем	навантаження на весь переріз	24,8+19,78+9,3=53,88	72,2	81,89
	навантаження на бетон і профіль	19,78+9,3=29,08	60,1	68,16

Висновок. За результатами проведених досліджень можна відмітити, що ефективність використання поєднання легкого бетону та тонкостінного сталевго профілю є суттєвою, а саме до 25%. Дані конструкції повинні розглядатися як труبوبетонні з урахуванням сумісної роботи всіх матеріалів. Застосування формул розрахунку для сталезалізобетону можливе при умові врахування всіх фізико-механічних властивостей новоутвореної конструкції. Розвиток цього питання підлягає детальному вивченню та напрацюванню аналітичного опису дійсної роботи конструкції.

Література

1. Стороженко Л.І. Труبوبетон: Монографія / Л. І. Стороженко, Д.А. Єрмоленко. О.І. Лапенко. – Полтава: ПолтНТУ, 2009. – 306 с.
2. Кинин А.И. Конструкции из стальных труб заполненных бетоном [текст] А.И. Кинин, Р.С. Санжаровский, В.А. Труль. – Москва: Стройиздат, 1974. – 145 с.
3. Леценко М.В. Теплотехнические свойства стеновых ограждающих конструкций из стальных тонкостенных профилей и полистиролбетона / М.В. Леценко. В.О. Семко // Инженерно-строительный журнал, 2015. – №8. – С. 44–55. – DOI: 10.5862/MCE.60.6.
4. Hasenko A.V. Causes of the eccentric compression reinforced concrete elements fixed joint stanchion and rafter gable frame of agricultural buildings / A.V. Hasenko. I.A. Yurko, O.G. Fenko, P.A. Yurko // The International Scientific Periodical Journal "Modern Technology and Innovative Technologies". – Germany: Karlsruhe, 2017. – Issue №2, Vol.2. – pp. 126 – 129. – DOI: 10.21893/2567-5273.2017-02-02-033.