

УДК 691.32

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.149.2014.82600>

**ПУТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ТРУБЫ  
КВАДРАТНОГО СЕЧЕНИЯ И БЕТОННОГО СЕРДЕЧНИКА С ДИСПЕРСНЫМ  
АРМИРОВАНИЕМ**

Д-р техн. наук М.Ю. Избаш, асс. Ф.И. Казимагомедов.

**ШЛЯХИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СПІЛЬНОЇ РОБОТИ МЕТАЛЕВОЇ ТРУБИ  
КВАДРАТНОГО ПЕРЕТИНУ ТА БЕТОННОГО СЕРДЕЧНИКА З ДИСПЕРСНИМ  
АРМУВАННЯМ**

Д-р техн. наук М.Ю. Избаш, ас. Ф.І. Казімагомедов

**WAYS OF ENSURING COLLABORATION METAL SQUARE TUBE AND CONCRETE  
CORE WITH THE DISPERSED REINFORCEMENT**

Doct. of techn. sciences M. Izbash, as. F. Kazimagomedov

*Предложены пути повышения сил сцепления бетонного сердечника и стальной трубы в трубобетонных конструкциях за счет использования дисперсного армирования и модификатора бетона. Проведены экспериментальные исследования влияния различных бетонных сердечников на адгезию с металлической обоймой в трубобетонных конструкциях. Образцы бетонных смесей залитых в стальную трубу испытывались на продавливание.*

**Ключевые слова:** адгезия, бетон, фибробетон, продавливание.

*Запропоновано шляхи підвищення сил зчеплення бетонного сердечника та сталевій труби в трубобетонних конструкціях за рахунок використання дисперсного армування та модифікатору бетону. Проведено експериментальні дослідження впливу різних бетонних сердечників на адгезію з металевією обоймою в трубобетонних конструкціях. Зразки бетонних сумішей залитих в сталеву трубу випробовувалися на продавлювання.*

**Ключові слова:** адгезія, бетон, фібробетону, продавлювання.

*Experimental investigations of the effect of different concrete cores for adhesion with the concrete-filled steel tubular constructions' metal clip were conducted. A series of concrete-filled steel tubular specimen with dimensions of 100x100x120mm and different core compositions (control composition, composition with the addition of metal fibre, composition with the addition of metal fibre and developed concrete modifier) was prepared. Tests were conducted on a hydraulic press brand MS-500, sample was loaded gradually to the maximum load limit, at which the*

*concrete squeezed out of the tube. All samples were tested at the age of 28 days. The study showed that the use of the composition with the addition of 1.5% of metal fibres and 15% of modifier based on the wet scrubbing slurry ferrosilicon with superplasticator SP-1 increased the adhesion of the core to the yoke almost twice compared to the sample with the control composition.*

**Keywords:** *adhesion, concrete, fiber concrete, punching.*

**Введение.** Исследования в строительстве в настоящее время направлено является снижение веса зданий, их материалоемкости, уменьшение объема несущих конструкции и трудозатрат. Поставленные задачи традиционными методами и материалами не решить, ставятся вопросы создания эффективных материалов и конструкций высокой надежности и минимального веса. Для решения этих проблем необходимо внедрение новых технологий и высокопрочных материалов.

Сейчас во многих развитых странах мира получили распространение такой вид монолитных железобетонных конструкций как сталежелезобетон (трубобетон), его использование позволяет увеличить устойчивость зданий в несколько раз при одновременном снижении материалоемкости, трудоемкости и стоимости здания.

Этому способствует ряд преимуществ трубобетонных конструкций: упрощение технологии изготовления; отсутствие опалубки, арматурных каркасов и закладных деталей; непосредственно после монтажа конструкция может выдерживать монтажные нагрузки. Монтаж элементов осуществляется так же, как и металлических; стальная обойма выполняет роль продольной и поперечной арматуры. Бетон за счет объемного напряженного состояния внутри трубы воспринимает напряжения, значительно превышающие призматическую прочность, что позволяет достичь экономии стали и бетона.

В большинстве случаев трубобетонные конструкции применяются при работе на сжатие, в работе на изгиб трубобетон практически не применяется, в связи с высокой деформативностью конструкции [9].

**Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными и практическими задачами.** Основной

особенностью трубобетона как конструктивного материала является совместная работа бетонного сердечника и металлической трубы. Прочность сцепления внутренней поверхности металлической трубы с бетонным сердечником является конечным результатом взаимодействия сил адгезии, когезии, усадки и зависит от ряда физических и механических факторов [1].

При больших нагрузках деформирование бетона и стали отличается, в связи с разными коэффициентами поперечного деформирования. Следовательно, чем дольше сталь и труба будут работать как единый элемент, тем большую нагрузку сможет выдержать конструкция.

**Анализ последних исследований и публикаций.** На сегодняшний день проведены лишь незначительные исследования сцепления бетонного сердечника с металлической облойкой [11]. Значительное внимание уделялось сцеплению бетона с арматурой [3,4,8,10], так как сталежелезобетон стал набирать популярность сравнительно недавно.

**Определение цели и задачи исследования.** Для оценки прочности сцепления бетонного сердечника с внутренней поверхностью металлической трубы был использована методика выдавливания бетонного сердечника из обоймы при помощи пуансона. Данная методика была предложена основываясь на методе выдавливания стальной арматуры из бетонного образца [8]. На образцы труб размерами 100x100x120мм, заполненных бетоном до отметки 100мм, одевали металлический пуансон размерами 100x100x120мм. Сверху ставили П-образную форму как показано на рисунке 1 и 2.

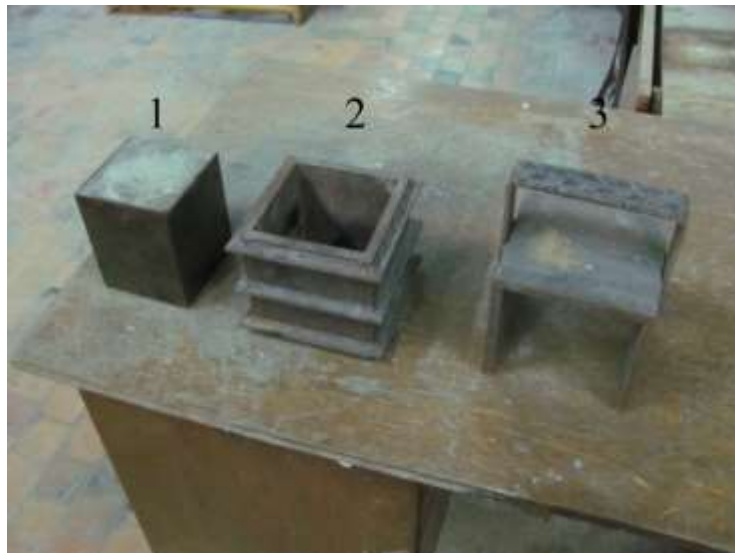


Рис.1. Форма для определения сцепления бетонного сердечника с облоймой: 1- Пуансон; 2 – металлическая облойма; 3- П образная форма

Испытание проводили на гидравлическом пресса марки МС-500, образец нагружался постепенно, до максимально предельной нагрузке, при которой бетон выдавится из трубы. Когда испытание доведено до выдавливания бетонного сердечника, прочность сцепления бетонного сердечника к металлической облойме вычисляли по формуле:

$$R_{\text{сц}} = P_{\text{выд}} / S \quad (1)$$

где  $P_{\text{выд}}$  - предельное усилие бетонного сердечника, кгс;

$S$  - площадь соприкосновения бетонного сердечника с облоймой,  $\text{см}^2$ .

$$S = a \cdot b \cdot h,$$

где  $a$  - длина бетонного сердечника образца, см;

$b$  - ширина бетонного сердечника образца, см;

$h$  - высота бетонного сердечника образца, см.



Рис.2. Испытание сцепление бетонного сердечника с облоймой.

## Основная часть исследований.

Прочность сцепления бетонного сердечника с внутренней поверхностью металлической обоймы определялась с использованием метода выдавливание бетонного сердечника из трубы при помощи пуансона.

Для оценки влияния состава фибробетона на адгезионные свойства нами проводились исследования на следующих составах бетона [5-7].

№ 1- контрольный состав бетона класса С 16/20 (В-20);

№ 2- с добавление 0,1% базальтовой фибры от общей массы;

№ 3- с добавление 1,5 % металлической фибры от общей массы;

№ 4-с добавление 1,5% металлической фибры и 15% модификатора на основе шлама мокрой газоочистки производства ферросилиция с суперпластификатором СП-1 [7].

Из каждого состава бетона изготавливалось по три образца. Все образцы испытывались в возрасте 28 суток.

Результаты исследований приведены в табл.1

Таблица 1

Прочность сцепление составов бетона с металлической обоймой

№ образца	Адгезионная площадь (S) бетонного сердечника, см <sup>2</sup> .	Предельное усилие (P) выдавливание бетонного сердечника, кгс	Прочность сцепления (R <sub>сцеп.</sub> ) бетонного сердечника с обоймой, МПа.
1	400	8400	2,1
2	400	11200	2,8
3	400	10800	2,7
4	400	16400	4,1

Из таблицы 1 видно, что применение 0,1% базальтовой фибры от общей массы, повышает сцепление бетонного сердечника со стальной оболочкой на 33% относительно контрольного образца. Добавление в бетонную смесь 1,5 % металлической фибры от общей массы повышает адгезию 29%. Применение же 1,5 % металлической фибры и модификатора на основе шлама мокрой газоочистки производства ферросилиция с суперпластификатором СП-1 повышает адгезию на 95%.

**Выводы из исследования и перспективы, дальнейшее развитие в данном направлении.** Получен способ обеспечения более длительной совместной

работы металлической трубы и бетонного сердечника под нагрузкой.

Была предложена методика определения сил сцепления бетонного сердечника с металлической обоймой основанная на существующей в железобетоне (бетон-арматура).

В ходе проведения экспериментальных исследований получили, что введение в бетонную смесь 1,5 % металлической фибры и модификатора на основе шлама мокрой газоочистки производства ферросилиция с суперпластификатором СП-1 повышает адгезию бетонного сердечника со стальной оболочкой на 95%.

## Список использованных источников

1. Ахвердов, И.Н. Основы физики бетона [Текст] / И.Н. Ахвердов.- М.: Стройиздат, 1981г.- 461с.
2. Баженов, Ю.М. Модифицированные высококачественные бетоны [Текст] / Ю.М. Баженов, В.С. Демьянова, В.И. Калашников.- М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006.- 368с.
3. Байков, В.Н. Сцепление арматуры с бетоном в конструкциях [Текст] / В.Н. Байков. - Бетон и железобетон, 1968, № 12 С. 13 - 16.
4. Веселов, А.А. Нелинейная теория сцепления арматуры с бетоном и ее приложения [Текст]: автореф. дис. ... док.техн.наук: 05.23.01 / Веселов Анатолий Александрович; СПб., 2000.- 44с.

5. Избаш, М.Ю. Аспекты применения базальтовой фибры для армирования изгибаемых конструкций / М.Ю. Избаш, Ф.И. Казимагомедов, И.Э. Казимагомедов, В.В. Савйовский. – Х.: Науковий вісник будівництва №66, ХДТУБА, ХОТВ АБУ. – 2011. – С. 282-285.
6. Избаш, М.Ю. Подбор рационального состава фибробетонной смеси [Текст] / М.Ю. Избаш, Ф.И. Казимагомедов // Науковий вісник будівництва. - Харків: ХНУБА,ХОТВ АБУ,2013.- Вип. 72.-С.220-224
7. Казимагомедов, И.Э. Использование шлама от мокрых газоочисток ферросплавного производства в мелкозернистых бетонах [Текст] / И.Э. Казимагомедов, Ф.И. Казимагомедов, М.Е. Дытюк // Науковий вісник будівництва. - Харків: ХДТУБА,ХОТВ АБУ,2012.- Вип. 67.-С.178-182
8. Мулин, Н.М. Экспериментальные данные о сцеплении арматуры с бетоном [Текст] / Н.М. Мулин.- Бетон и железобетон. № 12. - 1968. 86с.
9. Стороженко, Л.І. Сталезалізобетонні конструкції [Текст] / Л.І. Стороженко, О.В. Семко, В.Ф. Пенц. – Полтава : ПНТУ,2005.- 181 с.
10. Холмянский, М.М. Контакт арматуры с бетоном [Текст] / М.М. Холмянский.- М.: Стройиздат, 1981г.- 184с.
11. Чихладзе, Э.Д. Расчет сталебетонных элементов прямоугольного сечения на прочность при осевом сжатии [Текст] / Э.Д. Чихладзе, А.Д. Арсланханов // Бетон и железобетон.- 1993.- №1.- С. 13-15.

---

Избаш Михаил Юрьевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Архитектурных конструкций» Харьковского национального университета строительства и архитектуры. Тел. (057) 706-19-63. E-mail: isiau@mail.ru.

Казимагомедов Фираз Ибрагимович, ассистент кафедры «Архитектурных конструкций» Харьковского национального университета строительства и архитектуры. Тел. (057) 706-19-63. E-mail: firaz2007@ya.ru.

**Izbash Mikhail Yuryevich, doctor of technical sciences, professor department of "Architectural structure" Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture. Tel.: (057) 706-19-63. E-mail: isiau@mail.ru.**

**Kazimagomedov Firaz Ibragimovich, assistant department "Architectural structure" Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture. Tel.: (057) 706-19-63. E-mail: [firaz2007@ya.ru](mailto:firaz2007@ya.ru).**