

УДК 693.554-408.8

## К ВОПРОСУ О СОВМЕСТНОЙ РАБОТЕ АРМАТУРЫ СЕРПОВИДНОГО ПРОФИЛЯ С КЕРАМЗИТОБЕТОНОМ

*Т.Н. Седляр*

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Республика Беларусь  
e-mail: Sedlyr\_TN@grsu.by

*В работе рассмотрена совместная работа арматуры серповидного профиля с керамзитобетоном; описаны экспериментальные образцы.*

**Ключевые слова:** арматура, стержни с серповидным профилем, легкий бетон, призмы, кубы, балки, сцепление.

## ON THE QUESTION OF THE JOINT WORK OF THE CRESCENT-SHAPED PROFILE REINFORCEMENT WITH EXPANDED CLAY CONCRETE

*T. Sedliar*

Yanka Kupala State University of Grodno, Republic of Belarus  
e-mail: Sedlyr\_TN@grsu.by

*The article discusses the joint work of crescent-shaped reinforcement with expanded clay concrete; experimental samples are described.*

**Keywords:** reinforcement, ribbed bars (crescent-shaped), lightweight aggregate concrete, prisms, cubes, beams, adhesion.

**Введение.** Нормативная база Республики Беларусь по строительству в последнее время развивается в ускоренном темпе. Первоначально изменения связаны были с переходом на европейские нормы проектирования, однако они не позволяли судить о работе тех или иных конструкций должным образом. В первую очередь это касается легких бетонов. При проектировании строительных конструкций из легких бетонов возникает много вопросов, связанных с составом бетона [1, 2], особенностями работы легких бетонов под нагрузкой [3, 4, 5, 6, 7], анкерровкой арматуры серповидного профиля в легких бетонах, сцеплением бетона с арматурой [8].

**Основная часть.** С целью достаточного полного изучения особенностей работы легких бетонов с арматурой серповидного профиля необходимо провести экспериментальные исследования на двух сериях образцов, включающих 32 балки, таблица 1. В каждой из серий опытных образцов также необходимо испытывать кубы с размером ребра 150 мм; призмы с размерами 150×150×600 мм для определения прочностных и деформативных характеристик бетона при однократном нагружении; цилиндры диаметром 150 мм высотой 300 мм.

Подбор составов бетонной смеси производился согласно Рекомендаций РУП «БелНИИС» по подбору, изготовлению и применению конструкционно-теплоизоляционного и конструкционного керамзитожелезобетонов [9].

Для изготовления керамзитобетона класса LC 12/13 в качестве крупного заполнителя для бетона класса LC 12/13 использовался керамзитовый гравий фракций 5-10 мм и 10-20 мм с относительной прочностью в цилиндре 2,68 МПа и 1,86 МПа соответственно.

Мелким заполнителем служил песок с модулем крупности  $M_{кр}=1,8$ . Вяжущим служил портландцемент ОАО «Белорусский цементный завод» марки М 500.

Состав керамзитобетонной смеси для бетона класса LC 16/18: Ц:П:Г=1:1,72:0,83 при водоцементном отношении В/Ц=0,49.

В качестве крупного заполнителя использовался керамзитовый гравий фракций 5-10 мм и 10-20мм в равном весовом соотношении.

Мелким заполнителем служил песок с модулем крупности  $M_{кр}=1,8$ . Вяжущим служит портландцемент марки М 500.

Состав керамзитобетонной смеси для бетона класса LC 16/18: Ц:П:Г=1:1,84:0,78 при водоцементном отношении  $V/C=0,46$ .

Таблица 1. – Характеристика и количество опытных образцов

| № серии   | Характеристика и размеры опытных образцов                | Количество, шт. | Исследуемые факторы   |
|---|--|-----------------|---|
| 1 – класс бетона LC12/13  | Кубы из легкого бетона размерами 150×150×150 мм          | 12              | Кубиковая прочность бетона                                      |
|   | Призмы из легкого бетона размерами 150×150×600 мм        | 6               | Призменная прочность бетона                                     |
|   | Цилиндры из легкого бетона диаметром 150мм высотой 300мм | 12              | Цилиндрическая прочность бетона                                 |
|   | Арматуры Ø10 мм класса S500                              | 5               | Прочностные характеристики арматуры на растяжение               |
|   | Арматуры Ø12 мм класса S500                              | 5               | Прочностные характеристики арматуры на растяжение               |
|   | Арматуры Ø14 мм класса S500                              | 5               | Прочностные характеристики арматуры на растяжение               |
|   | Балки размерами 100×150×1400 мм                          | 4×4=16          | Напряжённо-деформированное состояние при статическом нагружении |
| Всего в 1-й серии образцов испытано: 16 балок, 12 кубов, 6 призм, 12 цилиндров, 20 стержней арматуры  |  |                 |   |
| 2 – класс бетона LC16/18  | Кубы из легкого бетона размерами 150×150×150 мм          | 12              | Кубиковая прочность бетона                                      |
|   | Призмы из легкого бетона размерами 150×150×600 мм        | 6               | Призменная прочность бетона                                     |
|   | Цилиндры из легкого бетона диаметром 150мм высотой 600мм | 12              | Цилиндрическая прочность бетона                                 |
|   | Арматуры Ø10 мм класса S500                              | 5               | Прочностные характеристики арматуры на растяжение               |
|   | Арматуры Ø12 мм класса S500                              | 5               | Прочностные характеристики арматуры на растяжение               |
|   | Арматуры Ø14 мм класса S500                              | 5               | Прочностные характеристики арматуры на растяжение               |
|   | Балки размерами 100×150×1400 мм                          | 4×4=16          | Напряжённо-деформированное состояние при статическом нагружении |
| Всего во 2-й серии образцов испытано: 16 балок, 12 кубов, 6 призм, 12 цилиндров, 20 стержней арматуры |  |                 |   |

Конструктивные схемы анкеровки экспериментальных образцов даны на рисунке 1 [10].

Призмы имеют поперечное сечение 150×150×600мм, в которых будут размещаться стержни диаметром 10, 12, 14мм. Длина анкеровки будет равна  $l_b = 10 \cdot d$  или 100, 120, 140 мм соответственно.

Вместе с призмами изготавливаются кубы с размерами ребра 150 мм и цилиндры Ø150 мм и высотой 600мм. Следует также обратить внимание, что для легких бетонов минимальную толщину защитного слоя следует увеличивать на 5% от величины защитного слоя для тяжелых бетонов [11].

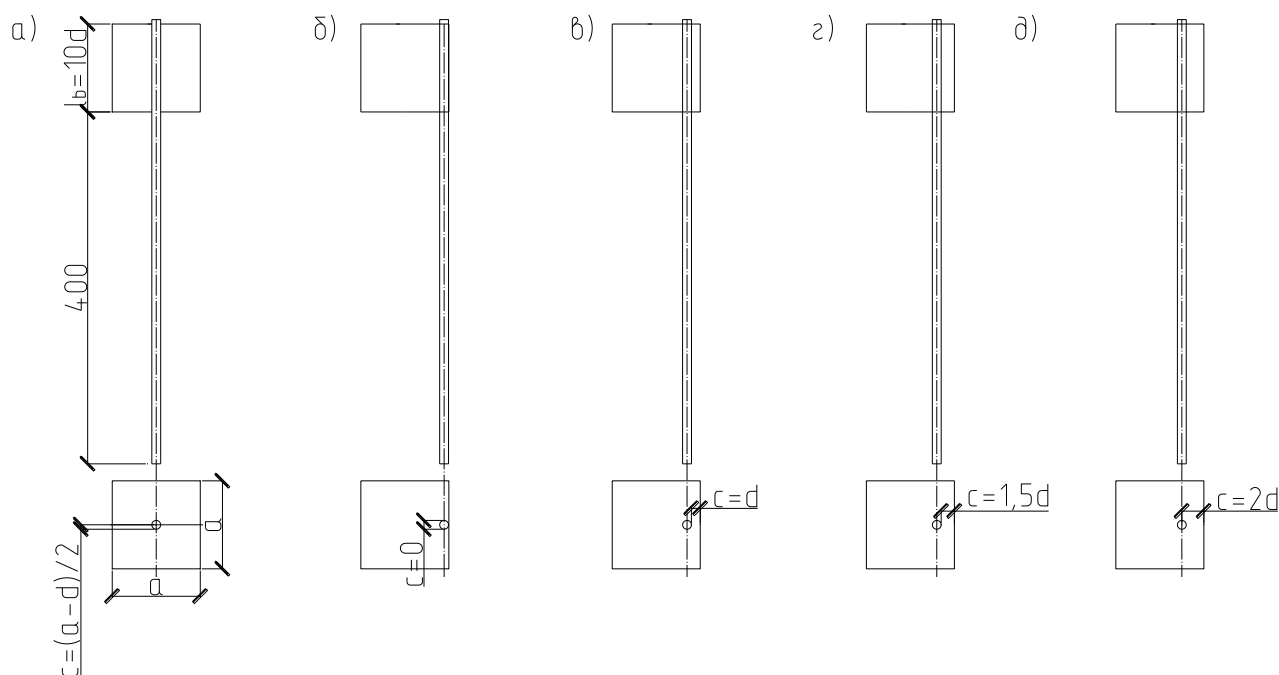
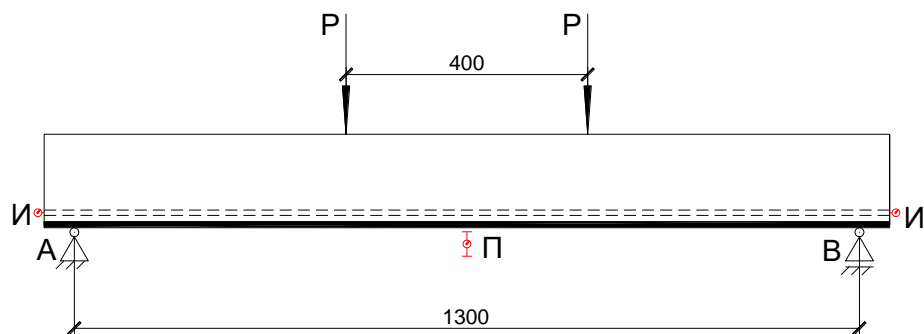


Рисунок 1. – Конструктивные схемы экспериментальных образцов ( $a = 150\text{мм}$ )

Для приготовления экспериментальных образцов используются инвентарные сборно-разборные металлические формы. Уплотнение бетонной смеси при укладке осуществляется с помощью глубинного вибратора. А после распалубки хранится в естественных условиях. Испытание бетонных образцов будет проходить по стандартным методикам по ГОСТ 24452 [12]. Испытание планируется провести на разрывной машине ИР 6055-500-0.

Железобетонную балку нагружают двумя сосредоточенными силами так, чтобы образовалась зона чистого изгиба. Балку помещают на две опоры, одна из которых шарнирно-подвижна, а другая шарнирно-неподвижна (рисунок 2). Перед проведением испытания замеряют размеры поперечного сечения балки, пролет, расстояния от опор до мест приложения сосредоточенной нагрузки, а после испытания уточняют рабочую высоту сечения и защитный слой бетона. Целью проводимых экспериментальных исследований являются выявление особенностей работы железобетонных изгибаемых элементов, определение прочности, трещиностойкости и жесткости опытных образцов, оценка динамичности развития трещин в балке, изучение деформаций по высоте поперечного сечения балки, определение прогибов балки. Балку загружают ступенями, не превышающими 10 % от разрушающей нагрузки, до условного уровня эксплуатации, равного  $0,8 \cdot R_{разр}$ . После этого величину ступени уменьшают до 5 %. После каждой ступени приложения нагрузки для возможности проявления пластических деформаций делается пятидесятиминутная выдержка под нагрузкой. При величине нагрузки, равной  $0,8 \cdot R_{разр}$ , производится выдержка не менее 30 мин при монотонном нагружении образца. Отсчеты по приборам снимают дважды: непосредственно после приложения очередной ступени нагрузки и после выдержки [13]

Деформации бетона по высоте балки измеряют при помощи тензорезисторов на базе 50 мм, а также индикаторами часового типа с ценой деления 0,001 мм. Деформации арматуры определяют путем наклеивания тензорезисторов с базой 20 мм на арматурный стержень до бетонирования. Прогибы образца фиксируются прогибомером и индикаторами часового типа с ценой деления 0,01 мм посередине пролета и на опорах. Ширина раскрытия трещин замеряется прибором МПБ-2 с 24-кратным увеличением и ценой деления 0,05 мм. Схема установки приборов приведена на рисунке 2.



И – индикаторы часового типа с ценой деления 0,001 мм;  
 П – прогибомер с ценой деления 0,01 мм.

Рисунок 2. – Схема испытательной установки

**Заключение.** Полученные результаты позволят судить о сцеплении арматуры серповидного профиля с керамзитобетонном.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Domagała, L. Size effect in compressive strength tests of cored specimens of lightweight aggregate concrete / L. Domagała // *Materials*. – 2020. – Vol. 13, iss. 5. – P. 1187.
2. Clarke, J. L. Structural lightweight aggregate concrete / J. L. Clarke. – Glasgow ; UK : Blackie Academic & Professional, an imprint of Chapman & Hall, 2005. – 161 p.
3. Chandra, S. Lightweight aggregate concrete. Science, Technology, and Applications / S. Chandra, L. Berntsson. – New York, U.S.A. : Noyes Publications. William Andrew Publishing, 2002. – 407 p.
4. Semenyuk, S. D. Calculation Method for the Formation of Microcracks Taking Into Account the Density of Claydite Concrete / S. D. Semenyuk, Yu. G. Moskal'kova // *Russian Journal of Building Construction and Architecture*. – Voronezh: VSTU, 2019. – Issue No 1 (41). – Pp. 59–67. – Available at: <http://vestnikvgasu.wmsite.ru/Issues/issue-1-41-2019>.
5. Maskalkova Y. G. The Effective Reinforcement Ratio of Expanded Clay Concrete by Polypropylene Fiber / Y. G. Maskalkova, V. A. Rzhhevutskaya // *Construction of Unique Buildings and Structures*. – Volume 93. – No. 83 (8). – 2020. – Article No 9003. – doi: 10.18720/CUBS.93.3. – Режим доступа: <https://unistroy.spbstu.ru/article/2020.93.3/>.
6. Семенюк, С. Д. Методики определения границ микротрещинообразования / С. Д. Семенюк, Ю. Г. Москалькова // *Строительство уникальных зданий и сооружений. Construction of Unique Buildings and Structures*. – Санкт-Петербург: СПбПУ, 2018. – № 7 (70). – С. 22–30. – ISSN 2304-6295. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=40650127>.
7. Effect of lightweight aggregates on the mechanical properties and brittleness of lightweight aggregate concrete / H. Z. Cui [et al.] // *Construction Building Materials*. – 2012. – Vol. 35, iss. 10. – P. 149–158.
8. Седляр, Т.Н. Проблемы и перспективы применения арматуры серповидного профиля в легких бетонах / Т.Н. Седляр, С.Д. Семенюк // *Вестн. Гродз. дзярж. ун-та. Сер. 6, Тэхніка*. – 2019. – № 1. – С. 110–116.
9. Рекомендации по подбору составов, изготовлению и применению модифицированных химическими и минеральными добавками конструкционно-теплоизоляционного и конструкционного керамзитобетонных / РУП «Институт БелНИИС» - Минск, 2013. – 38 с.
10. Седляр, Т.Н. Алгоритм экспериментальных исследований сцепления арматуры серповидного профиля с керамзитобетонами / Т.Н. Седляр // *Перспективные направления инновационного развития строительства и подготовки инженерных кадров: в 2 ч.: сб. науч. ст. XXI междунар. науч.-метод. семинара, Брест, 25–26 окт. 2018 г.* / Брест. гос. техн. ун-т; под ред. В.В. Тур. (гл. ред.) [и др.]. – Брест, 2018. – Ч. 1. – С. 242–244.
11. СП 5.03.01 - 2020 Бетонные и железобетонные конструкции. – Введ. 16.11.2020. – Минск.: Минстройархитектуры, 2020. – 244 с.
12. ГОСТ 24452 – 80 Бетоны. Методы определения призмочной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона. – Введ. 18.11.1980. – М.: Стандартинформ, 1982. – 12 с.
13. ГОСТ 8829 -2018 Изделия строительные железобетонные и бетонные заводского изготовления. – Введ. 01.036.2020. – Минск: Госстандарт, 2018. – 19 с.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС:  
ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК СТАТЕЙ  
III МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Новополоцк, 29–30 апреля 2021 г.)

*Текстовое электронное издание*

Новополоцк  
Полоцкий государственный университет  
2021

УДК 72:624/628+69(082)

Одобрено и рекомендовано в качестве электронного издания  
Советом инженерно-строительного факультета (протокол № 8 от 27.10.2021 г.)

**Редакционная коллегия:**

Д. Н. Лазовский (председатель), А. А. Бакатович, Е. Д. Лазовский,  
Л. М. Парфенова, Ю. В. Вишнякова, Р. М. Платонова, А. М. Хаткевич

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС: ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**  
[Электронный ресурс] : электрон. сб. ст. III междунар. науч. конф., Новополоцк, 29–30 апр.  
2021 г. / Полоц. гос. ун-т ; Редкол.: Д. Н. Лазовский (председ.) [и др.]. – Новополоцк :  
Полоц. гос. ун-т, 2021. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).  
ISBN 978-985-531-779-2.

Рассмотрены вопросы архитектуры и градостроительства в современных условиях, прогрессивные методы проведения инженерных изысканий и расчета строительных конструкций. Приведены результаты исследований ресурсо- и энергосберегающих строительных материалов и технологий, энергоресурсосберегающие и природоохранные инновационные решения в инженерных системах зданий и сооружений. Проанализированы организационные аспекты строительства и управления недвижимостью, проблемы высшего архитектурного и строительного образования.

Для научных и инженерно-технических работников исследовательских, проектных и производственных организаций, а также преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов строительных специальностей учреждений образования.

*Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса.  
Регистрационное свидетельство № 3671815379 от 26.04.2018 г.*

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь  
тел. 8 (0214) 53 53 92, e-mail: a.bakatovich@psu.by; l.parfenova@psu.by

**№ госрегистрации 3671815379**  
**ISBN 978-985-531-779-2**

©Полоцкий государственный университет, 2021

2 – дополнительный титульный экран – производственно-технические сведения

Для создания текстового электронного издания «Архитектурно-строительный комплекс: Проблемы, перспективы, инновации» использованы текстовый процессор Microsoft Word и программа Adobe Acrobat XI Pro для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF.

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС:  
ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК СТАТЕЙ  
III МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Новополоцк, 29–30 апреля 2021 г.)

Технический редактор *И. Н. Чапкевич.*

Компьютерная верстка *А. А. Прадидовой, С.Е. Рясовой.*

Компьютерный дизайн обложки *Е. А. Балабуевой.*

---

Подписано к использованию 09.11.2021.

Объем издания: 21,05 Мб. Тираж 3 диска. Заказ 420.

---

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

Свидетельство о государственной регистрации  
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/305 от 22.04.2014.

ЛП № 02330/278 от 08.05.2014.

211440, ул. Блохина, 29,  
г. Новополоцк,  
Тел. 8 (0214) 59-95-41, 59-95-44  
<http://www.psu.by>