

Серых И. Р., канд. техн. наук, доц.,
Дегтярь А. Н., канд. техн. наук, доц.,
Наумов А. Е., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова

ЭФФЕКТ ПРИМЕНЕНИЯ СТАЛЕБЕТОННЫХ КОЛОНН

inna_ad@mail.ru

В данной работе представлены результаты экспериментальных и теоретических исследований эффекта применения сталебетонных колонн по сравнению с железобетонными. Согласно проведенным исследованиям при одинаковой площади поперечного сечения расход металла в железобетонных образцах значительно выше по сравнению со сталебетонными.

Ключевые слова: сталебетонная колонна, железобетонная колонна.

Колонны, являясь основным несущим элементом здания, должны быть жесткими, прочными, устойчивыми и экономичными. Чтобы в полной мере удовлетворять этим требованиям следует в первую очередь уделять внимание их армированию. Характерным примером рационального использования армирующего материала являются сталебетонные колонны, хотя в настоящее время достаточно известны и другие материалы [1-10]. Сталебетонные конструкции, благодаря использованию преимуществ каждого из компонентов при одновременном устранении их недостатков, являются экономически выгодными. В первую очередь это обусловлено тем, что изолированное металлической обшивкой бетонное ядро, имеет повышенную прочность, благодаря боковому обжатию, что в свою очередь повышает несущую способность всей колонны.

Результаты экспериментальных исследований (опытная несущая способность образца $N_{оп}$), представленные в данной работе, были получены из испытаний коротких сталебетонных колонн высотой 500 мм с различными поперечными сечениями:

Образцы первой серии (рис.1,а) включали бетонное ядро 3, ограниченное швеллерами 1, полки которых соединялись профилированными листами 2. Площадь поперечного сечения – 196 см².

Образцы второй серии (рис.1,б) включали бетонное ядро 3, ограниченное уголковыми профилями 1 и профилированными листами 2. Площадь поперечного сечения – 196 см².

Образцы третьей серии (рис.1,в) включали бетонное ядро 3, ограниченное двутаврами 1. При этом профилированные листы 2 прикреплялись к полкам двутавров таким образом, что вместе они образовывали замкнутые прямоугольные полости, заполненной бетоном. Площадь поперечного сечения – 266 см².

Образцы четвертой серии (рис.1,г) включали бетонное ядро 3, ограниченное швеллерами 1 (полками наружу), к которым прикреплялись профилированные листы 2, образующие замкну-

тые прямоугольные полости, как и в случае третьей серии. Кроме того, данное сечение было снабжено дополнительным двутавровым прокатным профилем. Площадь поперечного сечения – 266 см².

Прокатные профили металлической обшивки (уголки, швеллера, двутавры) изготавливали из стального листа толщиной 2,5мм, а профилированный лист с поперечным расположением гофр – из листа толщиной 1 мм. Соединение элементов выполняли сплошным сварным швом по всей длине образца.

Теоретическая несущая способность $N_{теор}$ сталебетонных коротких колонн была рассчитана по методике, описанной в источнике [11] и приведена в табл. 1.

Расчет железобетонных колонн производился по СП 63.13330.2012 [12]. Для данного исследования считалась требуемая площадь армирования железобетонных образцов, удовлетворяющая значениям теоретической и опытной несущей способности сталебетонных образцов. При этом в пределах одной серии площадь поперечного сечения сталебетонных и железобетонных образцов была одинаковой. Результаты проведенных исследований также приведены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что площадь армирования сталебетонных образцов первой серии составляет в среднем 5 %. Чтобы железобетонная колонна смогла выдержать нагрузку $N_{теор}$ сталебетонной колонны, ее площадь армирования должна составлять в среднем 8,7 %, а при нагрузке $N_{оп}$ – 9,4 %. В образцах второй серии, имеющей одинаковую с первой площадь поперечного сечения, наблюдается приблизительно схожая картина. С увеличением площади поперечного сечения в образцах третьей серии процент армирования сталебетонных образцов составлял в среднем 4,7 %, а для железобетонных при той же несущей способности требуемый процент армирования 30 %. В образцах четвертой серии процент армирования сталебетонных образцов составлял в среднем 6,1 %, а железобетонных – 30 %.

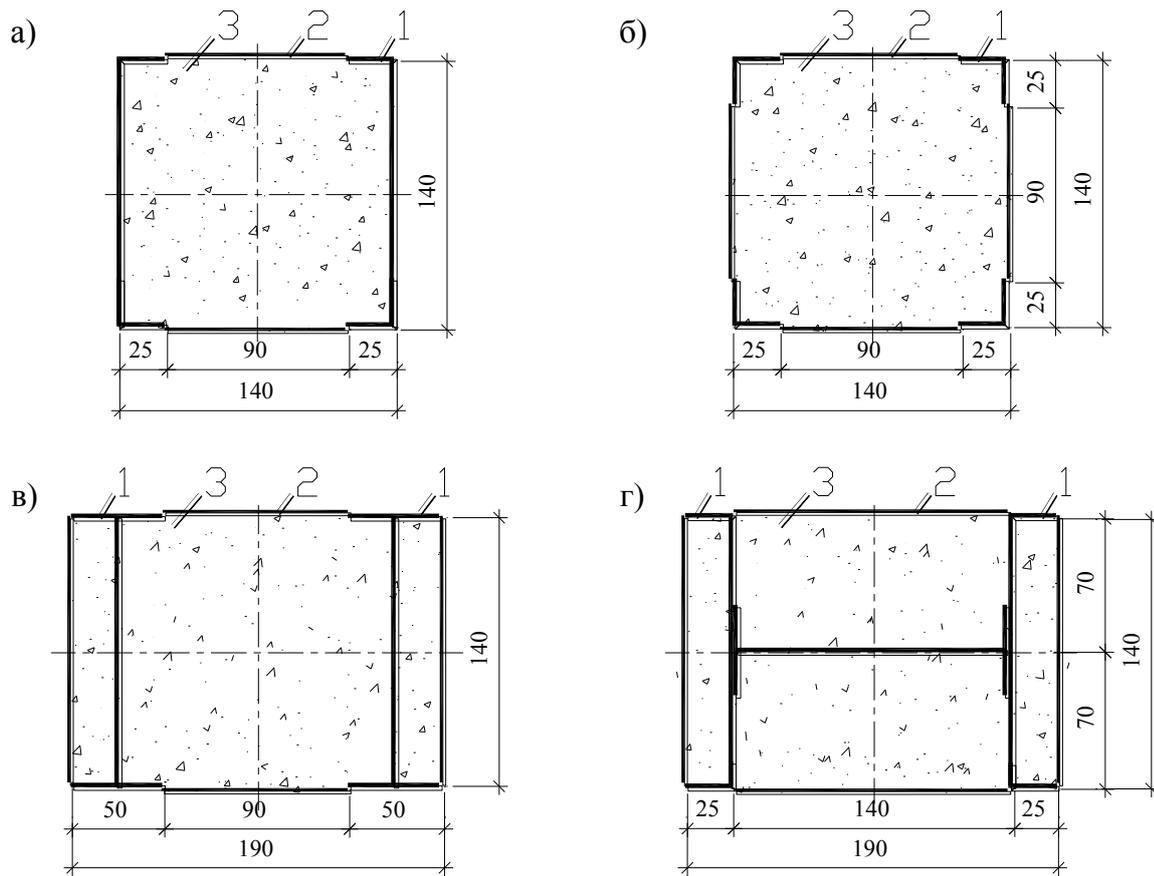


Рис.1. Поперечные сечения сталебетонных колонн:
 а – I серии; б – II серии; в – III серии; г – IV серии;
 1– прокатный профиль, 2– проф.лист, 3– бетонное ядро

Таблица 1

Результаты испытания и численных расчетов

Сталебетонные образцы					Железобетонные образцы			
№ серии	$N_{теор},$ кН	$N_{оп},$ кН	$A_s,$ см ²	% армирования	A_s при $N_{теор},$ см ²	% армирования	A_s при $N_{оп},$ см ²	% армирования
	898	920	9,78	5,2	17,43	8,9	18,43	9,4
I	876	903	9,99	5,0	16,42	8,4	17,66	9,0
	898	940	9,78	5,2	17,43	8,9	19,35	9,9
	781	753	5,38	2,6	12,08	6,2	10,80	5,5
II	781	725	5,38	2,6	12,08	6,2	9,53	4,9
	763	700	5,38	2,7	11,26	4,7	8,39	4,3
	2532	2600	12,93	4,7	78,75	29,6	81,74	30,7
III	2557	2500	12,78	4,7	79,85	30,0	77,35	29,1
	2557	2570	12,78	4,7	79,85	30,0	80,42	30,2
	2548	2500	16,33	6,1	79,46	29,9	77,35	29,1
IV	2515	2650	16,25	6,2	78,01	29,3	83,93	31,6
	2579	2600	16,41	6,1	80,82	30,4	81,74	30,7

В рамках исследования были построены графики вероятности распределения армирования

ния по четырем группам образцов (рис. 2). Предполагалось, что все входящие параметры (нагрузки, несущая способность) являются непрерывными случайными величинами и подчиняются нормальному закону распределения. Из графиков видно, что вероятности распределения

армирования сталебетонной и железобетонной колон не пересекаются и находятся на достаточном удалении друг от друга, что говорит о значительной экономии материала (арматуры) в случае сталебетонной колонны.

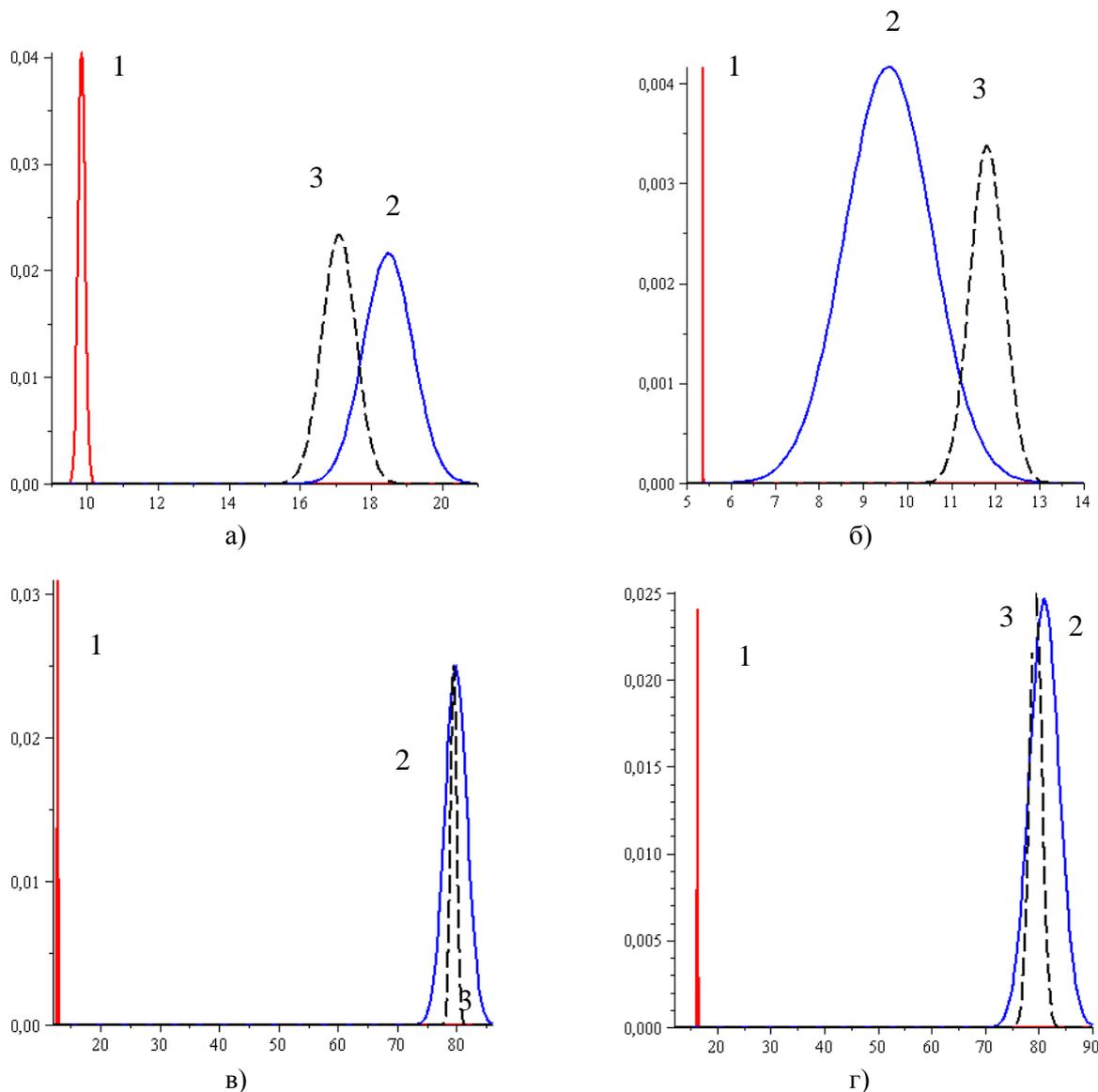


Рис. 2. Вероятности распределения армирования:
а – I серии; б – II серии; в – III серии; г – IV серии;
1 – сталебетонная колонна, 2 – железобетонная колонна (опытные данные),
3 – железобетонная колонна (теоретические расчеты)

Таким образом, анализ экспериментальных и теоретических исследований показал, что при одинаковой площади поперечного сечения расход металла в железобетонных образцах значительно выше по сравнению со сталебетонными. Например, при площади поперечного сечения 196 см^2 речь идет о практически двукратном преувеличении. Повышение площади поперечного сечения на 35 % приводит к пятикратному (в образцах четвертой серии), а в некоторых случаях шестикратному (в образцах третьей се-

рии) увеличению расхода металла.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Клюев С.В., Клюев А.В., Сопин Д.М., Нетребенко А.В., Казлитин С.А. Тяжелонагруженные полы на основе мелкозернистых фибробетонов // Инженерно-строительный журнал, 2013. №3. С. 7 – 14.
2. Клюев С.В., Лесовик В.С., Клюев А.В. Бондаренко Д.О. К вопросу применения нескольких видов фибр для дисперсно-

армированных бетонов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2012. № 4. С. 81 – 83.

3. Лесовик Р.В., Клюев А.В., Клюев С.В. Мелкозернистый сталефибробетон на основе техногенного песка для получения сборных элементов конструкций // Технологии бетонов. 2014. №2. С. 44 – 45.

4. Клюев С.В., Клюев А.В. Пределы идентификации природных и инженерных систем // Фундаментальные исследования. Т.12. Ч.2. 2007. С. 366 – 367.

5. Клюев С.В. Высокопрочный сталефибробетон на техногенных песках КМА // Технологии бетонов. 2012. №. 5 – 6. С. 33 – 35.

6. Клюев С.В. Высокопрочный фибробетон для промышленного и гражданского строительства // Инженерно-строительный журнал. 2012. №8(34). С. 61 – 66.

7. Клюев С.В. Высокопрочный сталефибробетон на техногенных песках КМА // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2013. № 11. С. 38 – 39.

8. Клюев С.В. Экспериментальные исследования фибробетонных конструкций // Строи-

тельная механика инженерных конструкций и сооружений. 2011. №4 С. 71 – 74.

9. Клюев С.В., Нетребенко А.В., Дураченко А.В., Пикалова Е.К. Фиброармированные композиты на техногенном сырье // Сборник научных трудов Sworld. 2014. Т. 19. №1. С. 34 – 36.

10. Lesovik R.V., Klyuyev S.V., Klyuyev A.V., Netrebenko A.V., Metrohin A.A. Kalashnikov N.V. Combined Disperse Reinforcement of Fine-Grained Concrete with Steel and Polypropylene Fiber on Technogenic Raw Materials and Nanodispersed Modifier // World Applied Sciences Journal, 2014. Т. 31. №12. С. 2008 – 2114.

11. Адамян И.Р., Чихладзе Э.Д. Расчет напряженно-деформированного состояния сталебетонных стержней прямоугольного сечения при продольном изгибе / Передовые технологии в промышленности и строительстве на пороге XXI века: сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф.-шк.-сем. молод. учен. и асп. // Белгор. гос. технол. акад. строит. матер. Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 1998. С.145-146.

12. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. М.: НИИЖБ, 2013. 128 с.