

Сравнение влияния армирования фибровыми волокнами различных видов на свойства центрифугированных и вибрированных изделий из тяжелого бетона класса В35

С.А. Стельмах, Е.М. Щербань, М.Г. Холодняк,

М.П. Нажуев, А.Г. Тароян, А.В. Яновская

Донской государственной технической университет, Ростов-на-Дону

Аннотация: Обоснован научный интерес, который представляет исследование для бетонов, отличающихся между собой прочностными характеристиками. Проведена серия масштабных экспериментальных исследований для установления характера изменения свойств тяжелого бетона, изготовленного различными способами в зависимости от армирования различными видами дисперсных волокон. На данном этапе исследования, в целях систематизации накопленных экспериментальных данных, авторами были заформованы и исследованы изделия из бетона класса В35, изготовленные вибрированием и центрифугированием, с последующим приведением к единообразию для удобства аналитического сравнения полученных результатов. Изучены прочность при сжатии и прочность при растяжении, а также их приросты в зависимости от вида армирующего волокна – полипропиленовая, базальтовая или стальная фибра. Установлено влияние на свойства исследованных бетонов класса В35 сочетания различных рецептурно-технологических факторов.

Ключевые слова: центрифугированный бетон, вибрированный бетон, тонкостенные железобетонные изделия, фибровое армирование, полипропиленовая фибра, базальтовая фибра, стальная фибра, прочность при сжатии, прочность при растяжении.

В научно-исследовательской лаборатории кафедры ТВВБиСК ДГТУ авторами проведена серия масштабных экспериментальных исследований для установления характера изменения свойств тяжелого бетона, изготовленного различными способами в зависимости от армирования различными видами дисперсных волокон. Научный интерес, с точки зрения авторов, представляет такое исследование для бетонов, отличающихся между собой еще и прочностными характеристиками. На первом этапе авторы исследовали бетон невысокой прочности, класса В20.

На данном этапе исследования, в целях систематизации накопленных экспериментальных данных, авторами были заформованы и исследованы изделия из бетона класса В35, изготовленные вибрированием и центрифугированием, с последующим приведением к единообразию,

согласно [1-15], для удобства аналитического сравнения полученных результатов. Бетон такого класса часто применяется при изготовлении таких строительных изделий и конструкций, как опоры ЛЭП, колонны, в том числе центрифугированные, имеющие кольцевое сечение. Сравнению подлежали значения таких свойств бетонов как прочность при сжатии и прочность при растяжении, а также их приросты в зависимости от вида армирующего волокна. Результаты экспериментов представлены в таблицах №1 и №2 и графически отражены на рис. 1-4.

Таблица №1

Результаты испытаний тяжелого бетона на определение предела прочности при сжатии в возрасте 28 суток

Проектный класс бетона	Масса, г	Размеры, см	Средняя плотность, кг/м ³	Прочность образца, приведенная к базовому размеру, МПа	Средняя прочность образцов в серии, МПа	Фактический класс бетона на сжатие	Прирост прочности по сравнению с контрольным R _Δ , %
Вибрированные со стальной фиброй							
В35	2390	10x10x10	2390	47,4	46,8	В37,4	+7
	2385		2385	45,8			
	2385		2385	45,9			
	2390		2390	46,6			
	2385		2385	47,4			
	2375		2375	47,4			
Вибрированные контрольные							
В35	2320	10x10x10	2320	43,6	43,6	В35,0	-
	2335		2335	43,9			
	2325		2325	43,1			
	2320		2320	43,7			
	2325		2325	43,6			
	2325		2325	43,6			
Вибрированные с базальтовой фиброй							
В35	2330	10x10x10	2330	45,5	45	В36	+3
	2325		2325	44,8			
	2335		2335	44,1			
	2330		2330	44,7			
	2335		2335	45,5			
	2335		2335	45,5			
Вибрированные с полипропиленовой фиброй							

В35	2332	10x10x10	2332	42,7	42,6	В34,1	(-2)
	2321		2321	42,9			
	2321		2321	42,2			
	2323		2323	42,8			
	2325		2325	42,6			
	2326		2326	42,6			
Центрифугированные со стальной фиброй							
В35	2395	Размеры испытан- ных образцов приведены к базовому 10x10x10	2395	50,2	50,0	В39,9	+13
	2385		2385	51,7			
	2396		2396	48,8			
	2420		2420	49,5			
	2410		2410	50,2			
	2395		2395	49,3			
Центрифугированные контрольные							
В35	2330	Размеры испытан- ных образцов приведены к базовому 10x10x10	2330	44,6	44,1	В35,2	-
	2335		2335	43,9			
	2335		2335	44,1			
	2330		2330	43,7			
	2335		2335	44,6			
	2330		2330	43,6			
Центрифугированные с базальтовой фиброй							
В35	2340	Размеры испытан- ных образцов приведены к базовому 10x10x10	2340	46,9	46,2	В37	+5
	2345		2345	45,8			
	2351		2351	45,0			
	2342		2342	45,7			
	2345		2345	46,6			
	2349		2349	47,3			
Центрифугированные с полипропиленовой фиброй							
В35	2328	Размеры испытан- ных образцов приведены к базовому 10x10x10	2328	43,6	42,7	В34,2	(-3)
	2336		2336	42,9			
	2343		2343	42,6			
	2341		2341	41,8			
	2342		2342	42,1			
	2339		2339	43,4			

Таблица №2

Результаты испытаний тяжелого бетона на определение предела прочности
при растяжении в возрасте 28 суток



Проектный класс бетона	Масса, г	Размеры, см	Средняя плотность, кг/м ³	Прочность образца, приведенная к базовому размеру, МПа	Средняя прочность образцов в серии, МПа	Фактический класс бетона на растяжение	Прирост прочности по сравнению с контрольным R _Δ , %
Вибрированные со стальной фиброй							
В35	2390	10x10x10	2390	5,45	5,31	5,31	+21
	2385		2385	5,50			
	2385		2385	5,20			
	2390		2390	5,20			
	2385		2385	5,25			
	2375		2375	5,25			
Вибрированные контрольные							
В35	2320	10x10x10	2320	4,37	4,37	4,37	-
	2335		2335	4,40			
	2325		2325	4,32			
	2320		2320	4,39			
	2325		2325	4,37			
	2325		2325	4,37			
Вибрированные с базальтовой фиброй							
В35	2330	10x10x10	2330	5,10	4,97	4,97	+14
	2325		2325	5,15			
	2335		2335	4,95			
	2330		2330	5,10			
	2335		2335	4,80			
	2335		2335	4,72			
Вибрированные с полипропиленовой фиброй							
В35	2332	10x10x10	2332	4,30	4,34	4,34	(-1)
	2321		2321	4,45			
	2321		2321	4,23			
	2323		2323	4,30			
	2325		2325	4,32			
	2326		2326	4,45			
Центрифугированные со стальной фиброй							
В35	2395	10x10x10	2395	5,90	5,90	5,90	+33
	2385		2385	6,10			
	2396		2396	5,82			
	2420		2420	5,84			
	2410		2410	5,75			
	2395		2395	5,96			
Центрифугированные контрольные							
В35	2330	10x10x10	2330	4,47	4,42	4,42	-
	2335		2335	4,40			
	2335		2335	4,42			
	2330		2330	4,39			

	2335		2335	4,47			
	2330		2330	4,37			
Центрифугированные с базальтовой фиброй							
В35	2340	10x10x10	2340	4,70	4,79	4,79	+8
	2345		2345	4,85			
	2351		2351	4,91			
	2342		2342	4,75			
	2345		2345	4,68			
	2349		2349	4,82			
Центрифугированные с полипропиленовой фиброй							
В35	2328	10x10x10	2328	4,37	4,29	4,29	(-3)
	2336		2336	4,30			
	2343		2343	4,27			
	2341		2341	4,20			
	2342		2342	4,22			
	2339		2339	4,35			

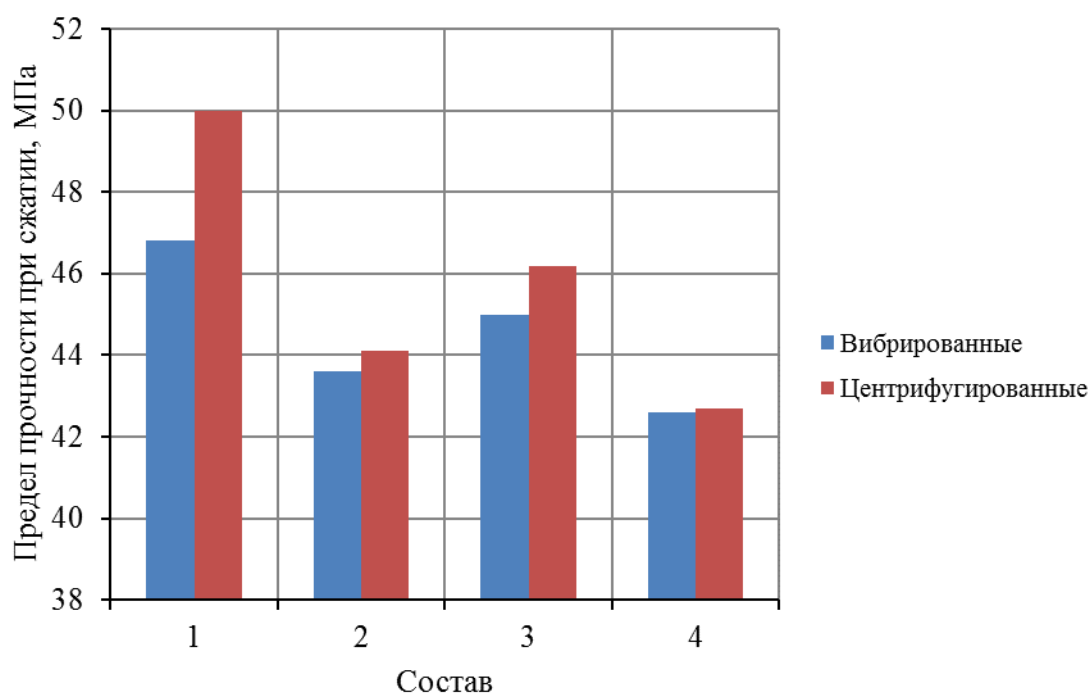


Рис. 1. – Зависимость предела прочности при сжатии от состава бетонной смеси вибрированных и центрифугированных бетонов

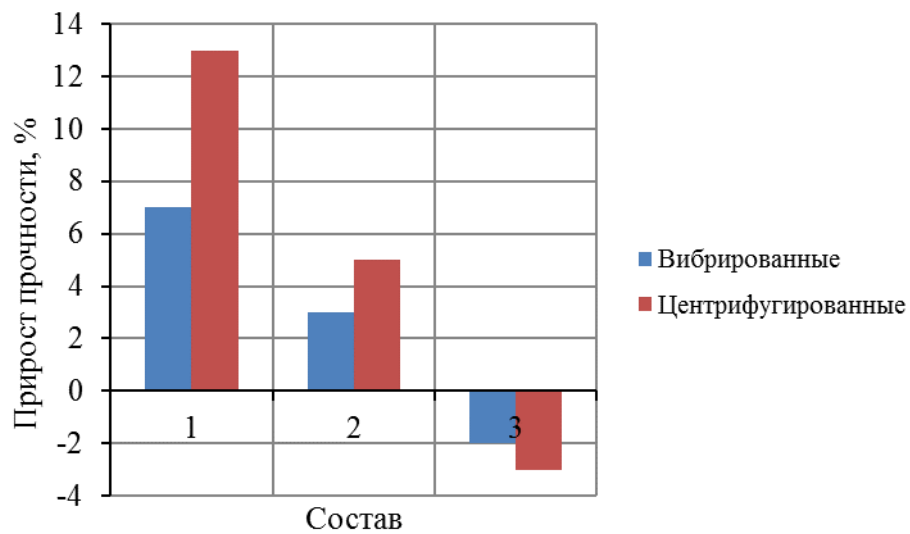


Рис. 2. – Зависимость прироста прочности при сжатии от состава бетонной смеси вибрированных и центрифугированных бетонов

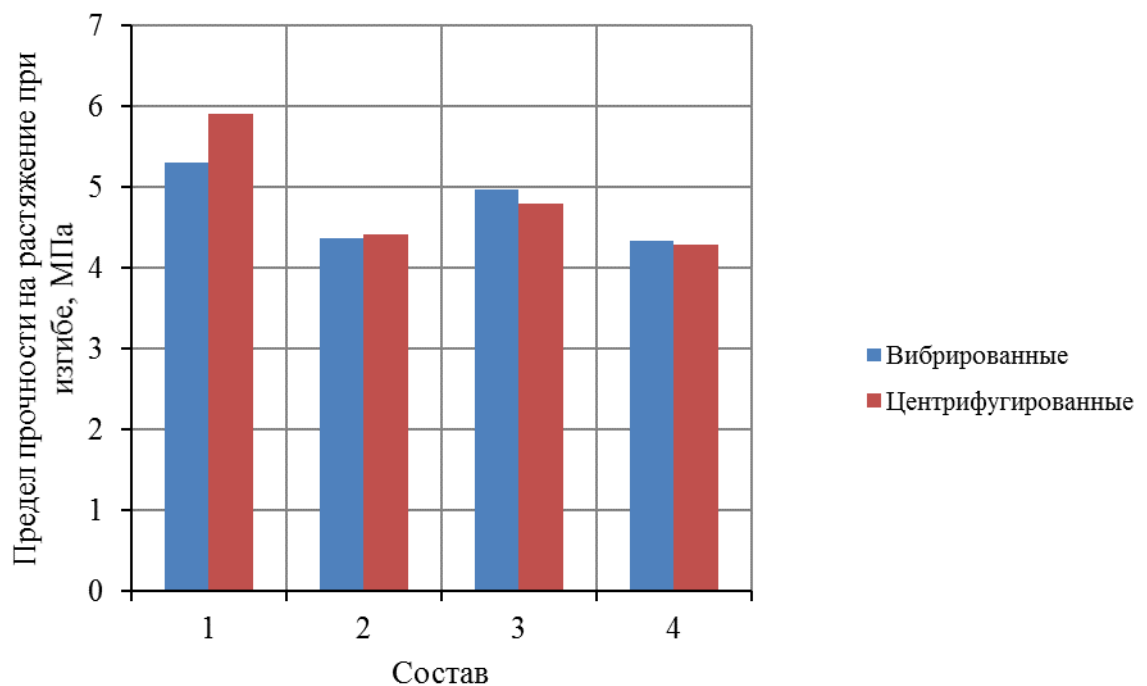


Рис. 3. – Зависимость предела прочности на растяжение от состава бетонной смеси вибрированных и центрифугированных бетонов

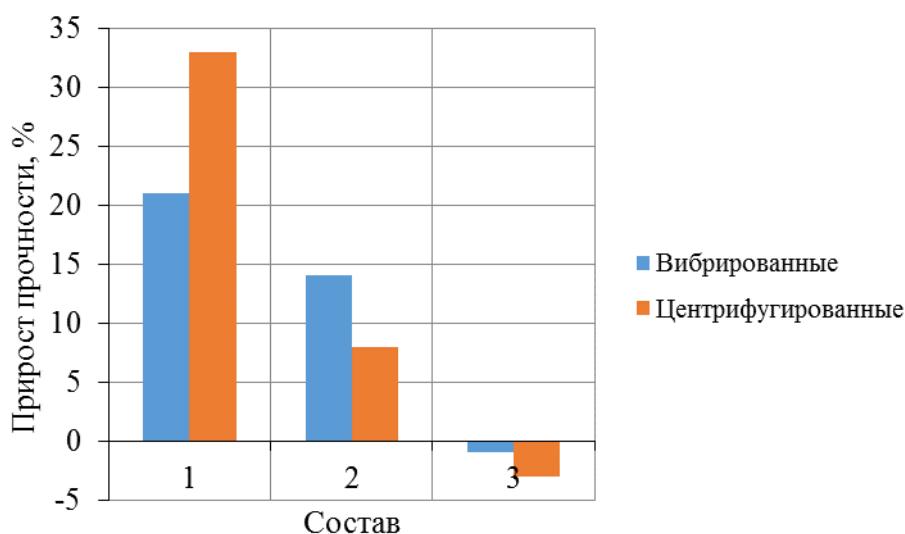


Рис. 4. – Зависимость прироста прочности на растяжение от состава бетонной смеси вибрированных и центрифугированных бетонов

По результатам проведенных исследований установлено следующее.

Наиболее сильное положительное влияние на свойства бетонов класса В35 оказывает следующее сочетание рецептурно-технологических факторов: технология – центрифугирование, вид фибры – стальная, улучшаемая характеристика при этом – прочность при растяжении, величина прироста – 33%.

Эти результаты исследования доказали актуальность применения технологии армирования фибровыми волокнами тонкостенные изделия кольцевого сечения из тяжелого бетона, изготовленные методом центрифугирования.

Литература

1. Нажуев М.П., Яновская А.В., Холодняк М.Г., Халюшев А.К., Щербань Е.М., Стельмах С.А. Изучение опыта регулирования свойств строительных изделий и конструкций путем направленного формирования их вариатропной структуры // Инженерный вестник Дона, 2017, №3 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N3y2017/4313.



2. Маилян Л.Р., Стельмах С.А., Холодняк М.Г., Щербань Е.М. Выбор видов волокон для дисперсного армирования изделий из центрифугированного бетона // Наукоеведение, 2017, № 4 URL: naukovedenie.ru/PDF/71TVN417.pdf.

3. Маилян Л.Р., Стельмах С.А., Холодняк М.Г., Щербань Е.М. Выбор состава центрифугированного бетона на тяжелых заполнителях // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова, 2017, №10. С. 52-57.

4. Маилян Л.Р., Стельмах С.А., Холодняк М.Г., Щербань Е.М. Исследование различных типов центрифуг и режимов уплотнения бетонных смесей для изготовления образцов кольцевого сечения // Вестник СевКавГТИ, 2017, Вып. №3 (30). С. 134-137.

5. Маилян Л.Р., Стельмах С.А., Халюшев А.К., Холодняк М.Г., Щербань Е.М., Нажуев М.П. Совершенствование режимов формования центрифугированных бетонных изделий кольцеобразного сечения // Инженерный вестник Дона, 2018, №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2018/4832.

6. Маилян Л.Р., Стельмах С.А., Халюшев А.К., Щербань Е.М., Холодняк М.Г., Нажуев М.П. Оптимизация параметров центрифугированных изделий кольцевого сечения на стадии уплотнения // Инженерный вестник Дона, 2018, №3 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/5123.

7. Холодняк М.Г., Стельмах С.А., Щербань Е.М., Нажуев М.П., Яновская А.В., Осадченко С.А. Механические свойства виброцентрифугированных бетонов с комбинированным заполнителем и волокнистой добавкой // Инженерный вестник Дона, 2018, №3 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/5047.

8. Нажуев М.П., Яновская А.В., Холодняк М.Г., Стельмах С.А., Щербань Е.М., Осадченко С.А. Анализ зарубежного опыта развития технологии виброцентрифугированных строительных конструкций и изделий из бетона // Вестник Евразийской науки, 2018, №3 URL: esj.today/PDF/58SAVN318.pdf.

9. Маилян Л.Р., Стельмах С.А., Халюшев А.К., Щербань Е.М., Холодняк М.Г., Нажуев М.П. Совершенствование расчетных рекомендаций по подбору состава бетона центрифугированных конструкций // Вестник Евразийской науки, 2018, №3 URL: esj.today/PDF/63SAVN318.pdf.

10. Маилян Л.Р., Стельмах С.А., Холодняк М.Г., Халюшев А.К., Щербань Е.М., Нажуев М.П. Рекомендации по учету вариатропии при расчете, проектировании и изготовлении центрифугированных конструкций из тяжелого бетона // Вестник Евразийской науки, 2018, №4 URL: esj.today/PDF/07SAVN418.pdf.

11. Маилян Л.Р., Стельмах С.А., Холодняк М.Г., Щербань Е.М., Халюшев А.К. Влияние технологии производства на структурообразование и свойства бетона виброцентрифугированных колонн // Строительство и архитектура (2017), Том 5, Выпуск 4 (17). С. 224-228.

12. Холодняк М.Г., Стельмах С.А., Маилян Л.Р., Щербань Е.М., Нажуев М.П. Изучение характера механизма дрейфа компонентов бетонной смеси при производстве центрифугированных колонн вариатропной структуры на примере физической модели движения заполнителей // Строительство и архитектура (2017), Том 5, Выпуск 4 (17). С. 229-233.

13. Маилян Л.Р., Стельмах С.А., Халюшев А.К., Щербань Е.М., Холодняк М.Г., Нажуев М.П. Оптимизация технологических параметров для изготовления центрифугированных бетонных образцов кольцевого сечения // Строительство и архитектура (2018), Том 6, Выпуск 1 (18). С. 247-252.

14. Anatoliy Shuisky, Sergey Stelmakh, Evgeniy Shcherban and Elena Torlina Recipe-technological aspects of improving the properties of non-autoclaved aerated concrete // MATEC Web of Conferences. ICMTMTE, 2017, Vol. 129 URL: matec-conferences.org/articles/mateconf/pdf/2017/43/mateconf_icmtmte2017_05011.pdf.

15. Alexander Halyushev, Mikhail Holodnyak, and Muhuma Nazhuyev Effect of caustic soda on the intensity of gassing in the production of non-autoclaved aerated



concrete // MATEC Web of Conferences. ICMTMTE, 2017, Vol. 129 URL: matec-conferences.org/articles/mateconf/pdf/2017/43/mateconf_icmtmte2017_05012.pdf.

References

1. Nazhuev M.P., Yanovskaya A.V., Kholodnyak M.G., Khalyushev A.K., Shcherban' E.M., Stel'makh S.A. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2017, № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N3y2017/4313.
2. Mailyan L.R., Stel'makh S.A., Holodnyak M.G., Shcherban' E.M. «Naukovedenie», Vol. 9, №4 (2017) URL: naukovedenie.ru/PDF/71TVN417.pdf.
3. Mailyan L.R., Stel'makh S.A., Holodnyak M.G., Shcherban' E.M. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2017. № 10. pp. 52-57.
4. Mailyan L.R., Stel'makh S.A., Holodnyak M.G., Shcherban' E.M. Scientific bulletin SevKavGTI. 2017. №3 (30). pp. 134-137.
5. Mailyan L.R., Stel'makh S.A., Khalyushev A.K., Kholodnyak M.G., Shcherban' E.M., Nazhuev M.P. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2018, № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2018/4832.
6. Mailyan L.R., Stel'makh S.A., Khalyushev A.K., Shcherban' E.M., Kholodnyak M.G., Nazhuev M.P. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2018, № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/5123.
7. Kholodnyak M.G., Stel'makh S.A., Shcherban' E.M., Nazhuev M.P., Yanovskaya A.V., Osadchenko S.A. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2018, № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/5047.
8. Nazhuev M.P., Yanovskaya A.V., Kholodnyak M.G., Stel'makh S.A., Shcherban' E.M., Osadchenko S.A. The Eurasian Scientific Journal, 2018, № 3. URL: esj.today/PDF/58SAVN318.pdf.
9. Mailyan L.R., Stel'makh S.A., Khalyushev A.K., Shcherban' E.M., Kholodnyak M.G., Nazhuev M.P. The Eurasian Scientific Journal, 2018, № 3. URL: esj.today/PDF/63SAVN318.pdf.



10. Mailyan L.R., Stel'makh S.A., Kholodnyak M.G., Khalyushev A.K., Shcherban' E.M., Nazhuev M.P. The Eurasian Scientific Journal, 2018, № 4. URL: esj.today/PDF/07SAVN418.pdf.

11. Mailyan L.R., Stel'makh S.A., Kholodnyak M.G., Shcherban' E.M., Khalyushev A.K. Construction and Architecture (2017) Vol. 5. Issue 4 (17). pp. 224-228.

12. Kholodnyak M.G., Stel'makh S.A., Mailyan L.R., Shcherban' E.M., Nazhuev M.P. Construction and Architecture (2017) Vol. 5. Issue 4 (17). pp. 229-233.

13. Mailyan L.R., Stel'makh S.A., Khalyushev A.K., Shcherban' E.M., Kholodnyak M.G., Nazhuev M.P. Construction and Architecture (2018) Vol. 6. Issue 1 (18). pp. 247-252.

14. Anatoliy Shuisky, Sergey Stelmakh, Evgeniy Shcherban and Elena Torlina MATEC Web of Conferences. ICMTMTE, 2017, Vol. 129. URL: matec-conferences.org/articles/mateconf/pdf/2017/43/mateconf_icmtmte2017_05011.pdf.

15. Alexander Halyushev, Mikhail Holodnyak, and Muhuma Nazhuyev MATEC Web of Conferences. ICMTMTE, 2017, Vol. 129. URL: matec-conferences.org/articles/mateconf/pdf/2017/43/mateconf_icmtmte2017_05012.pdf.