

Сравнение влияния армирования фибровыми волокнами различных видов на свойства центрифугированных и вибрированных изделий из тяжелого бетона класса В20

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

М.П. Нажуев, А.Г. Тароян, С.В. Чебураков

Донской государственной технической университет, Ростов-на-Дону

Аннотация: Проанализировано современное состояние вопроса номенклатуры центрифугированных тонкостенных сборных железобетонных изделий кольцевой конфигурации. Обоснован научный интерес, который представляет технология фибрового армирования для таких бетонов. Указаны актуальные проблемы для бетонов, изготавливаемых способом центрифугирования. Проведена серия масштабных экспериментальных исследований для установления характера изменения свойств тяжелого бетона, изготовленного различными способами в зависимости от армирования различными видами дисперсных волокон. Для систематизации накопленных экспериментальных данных, на первом этапе исследования заформованы и исследованы изделия из бетона невысокой прочности, класса В20, изготовленные вибрированием и центрифугированием, с последующим приведением к единообразию. 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 В20 сочетание 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 современном строительстве одним из наиболее перспективных конструкционных материалов являются дисперсно-армированные бетоны. При этом существует номенклатура центрифугированных тонкостенных сборных железобетонных изделий кольцевой конфигурации, имеющая ряд недостатков в связи со спецификой распределения свойств по сечению изделий. В связи с вышеуказанными проблемами, научный интерес представляет исследование возможностей использования фибробетона в производстве центрифугированных тонкостенных изделий кольцевой формы конфигурации, а также обеспечения качества и долговечности таких изделий.

С этой целью, 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.

Для систематизации накопленных экспериментальных данных, на первом этапе исследования авторами были заформованы и исследованы изделия из бетона невысокой прочности, класса В20, изготовленные вибрированием и центрифугированием, с последующим приведением к единообразию, согласно [1-15], для удобства аналитического сравнения полученных результатов. 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.

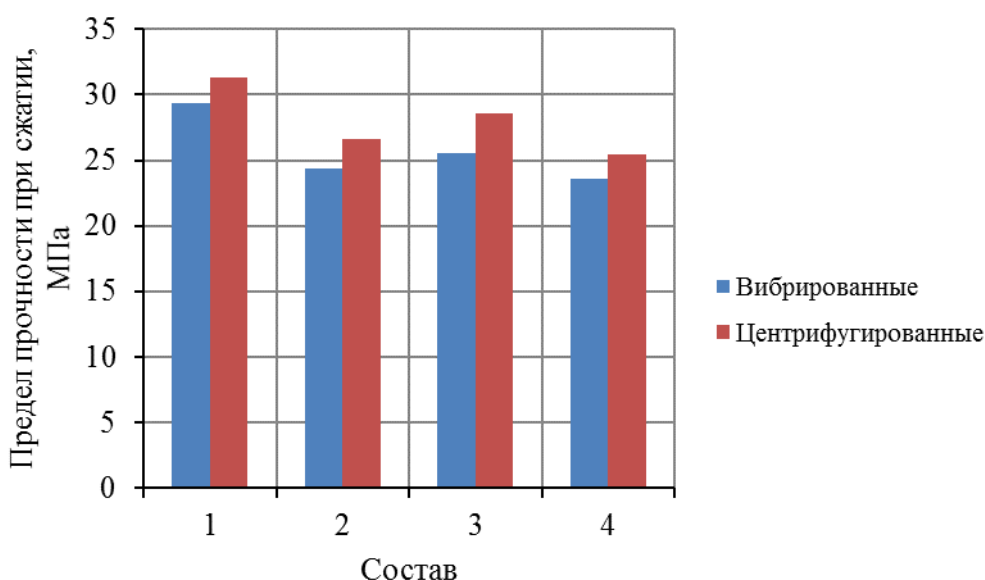


Рис. 1. – Зависимость предела прочности при сжатии от состава бетонной смеси вибрированных и центрифугированных бетонов

Таблица №1

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



Проектный класс бетона	Характеристика образца			Результаты испытания		Фактический класс бетона на сжатие	Прирост прочности по сравнению с контрольным R_{Δ} , %
	Масса, г	Размеры, см	Средняя плотность, кг/м ³	Прочность образца, приведенная к базовому размеру, МПа	Средняя прочность образцов в серии, МПа		
Вибрированные со стальной фиброй							
В20	2350	10x10 x10	2350	28,3	29,4	23,5	+21
	2372		2372	29,6			
	2362		2362	30,5			
	2358		2358	27,4			
	2362		2362	29,8			
	2370		2370	30,5			
Вибрированные контрольные							
В20	2290	10x10 x10	2290	23,8	24,4	19,5	-
	2292		2292	24,8			
	2310		2310	24,9			
	2320		2320	23,9			
	2290		2290	24,1			
	2332		2332	24,5			
Вибрированные с базальтовой фиброй							
В20	2310	10x10 x10	2310	26,4	25,5	20,4	+5
	2312		2312	24,9			
	2314		2314	25,7			
	2320		2320	27,1			
	2298		2298	24,1			
	2309		2309	24,9			
Вибрированные с полипропиленовой фиброй							
В20	2290	10x10 x10	2290	22,9	23,6	18,8	(-3)
	2292		2292	23,8			
	2302		2302	23,6			
	2307		2307	23,8			
	2298		2298	23,8			
	2292		2292	23,6			
Центрифугированные со стальной фиброй							
В20	2351	10x10 x10	2351	30,6	31,3	25,0	+18
	2358		2358	32,9			
	2348		2348	30,5			
	2382		2382	31,7			
	2370		2370	30,5			
	2371		2371	31,5			
Центрифугированные контрольные							
В20	2330	10x10 x10	2330	26,7	26,6	21,3	-
	2328		2328	26,8			
	2312		2312	26,4			

	2318		2318	25,1			
	2321		2321	26,7			
	2322		2322	27,7			
Центрифугированные с базальтовой фиброй							
В20	2331	10x10 x10	2331	28,6	28,6	22,9	+8
	2340		2340	28,7			
	2312		2312	28,3			
	2311		2311	29,6			
	2298		2298	26,7			
	2330		2330	29,5			
Центрифугированные с полипропиленовой фиброй							
В20	2312	10x10 x10	2312	25,7	25,4	20,3	(-5)
	2321		2321	25,1			
	2330		2330	23,9			
	2310		2310	26,8			
	2314		2314	25,2			
	2325		2325	25,8			

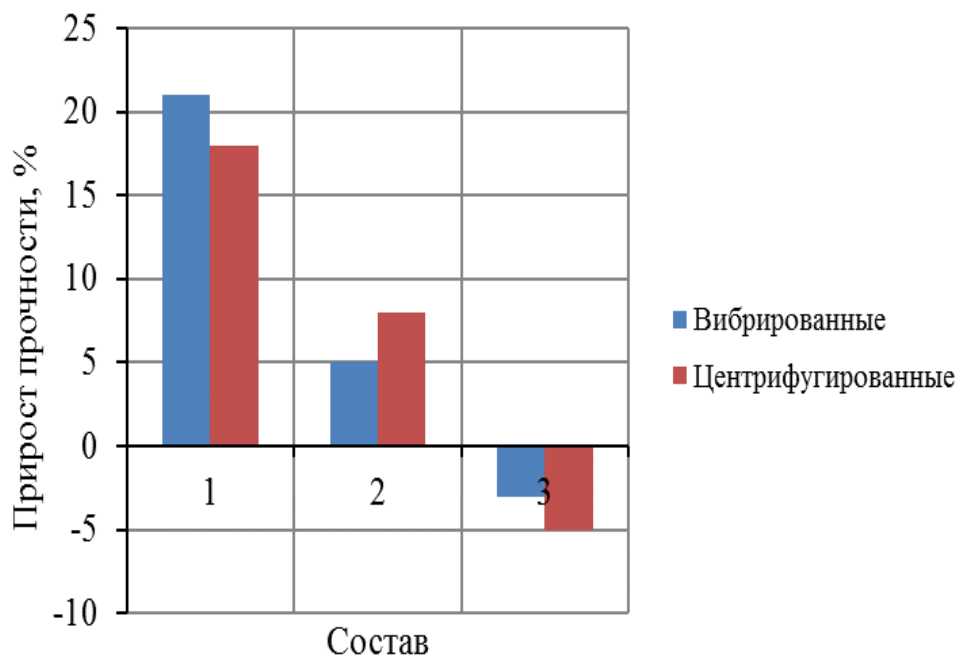


Рис. 2. – Зависимость прироста прочности при сжатии от состава бетонной смеси вибрированных и центрифугированных бетонов

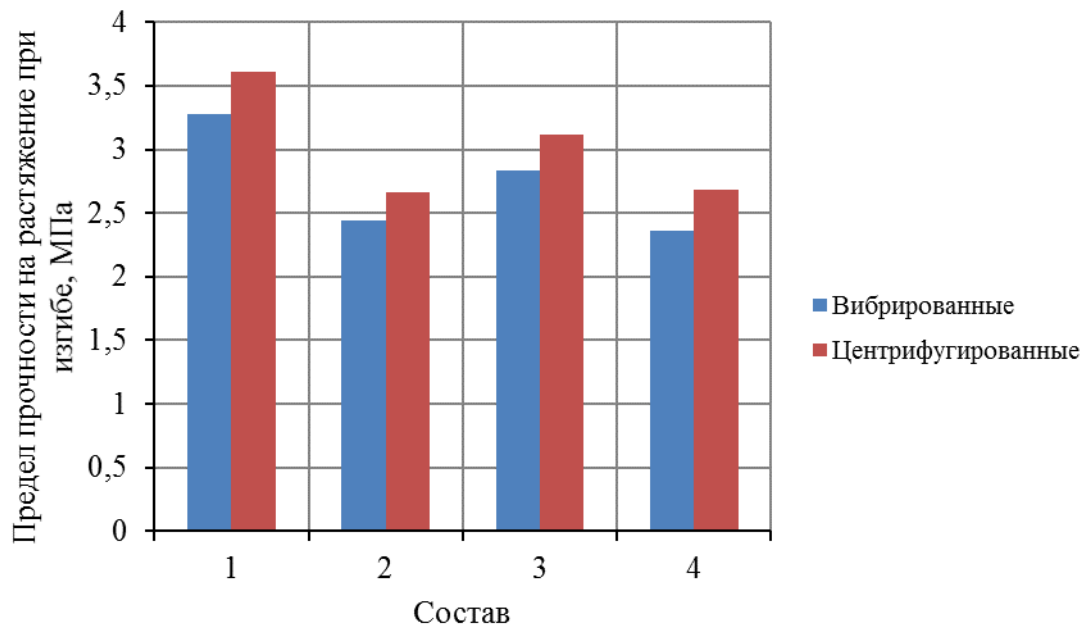


Рис. 3. – Зависимость предела прочности на растяжение от состава бетонной смеси вибрированных и центрифугированных бетонов

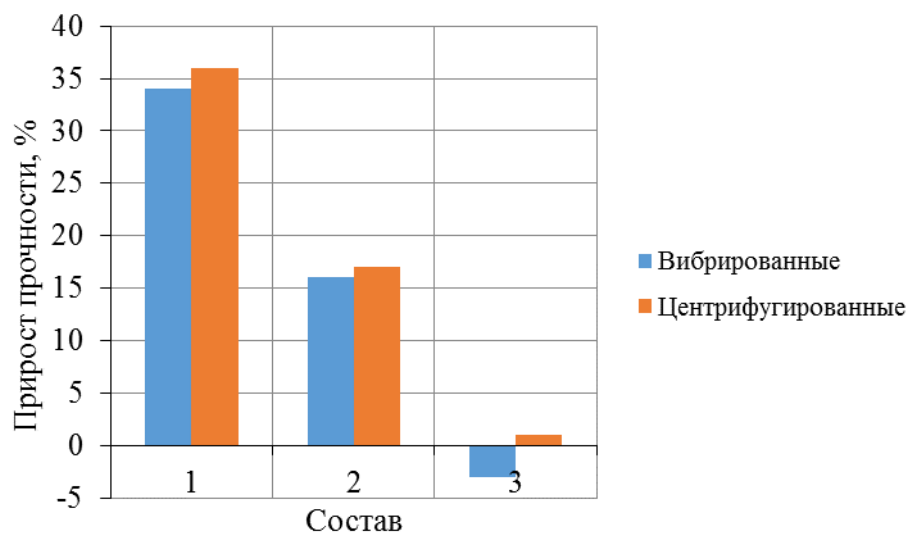


Рис. 4. – Зависимость прироста прочности на растяжение от состава бетонной смеси вибрированных и центрифугированных бетонов

Таблица №2

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



Проектный класс бетона	Характеристика образца			Результаты испытания		Фактический класс бетона на растяжение	Прирост прочности по сравнению с контрольным R_{Δ} , %
	Масса, г	Размеры, см	Средняя плотность, кг/м ³	Прочность образца, приведенная к базовому размеру, МПа	Средняя прочность образцов в серии, МПа		
Вибрированные со стальной фиброй							
В20	2350	10x10 x10	2350	2,94	3,28	3,28	+34
	2372		2372	2,97			
	2362		2362	3,06			
	2358		2358	3,74			
	2362		2362	3,39			
	2370		2370	3,56			
Вибрированные контрольные							
В20	2290	10x10 x10	2290	2,39	2,44	2,44	-
	2292		2292	2,49			
	2310		2310	2,50			
	2320		2320	2,40			
	2290		2290	2,42			
	2332		2332	2,46			
Вибрированные с базальтовой фиброй							
В20	2310	10x10 x10	2310	2,65	2,83	2,83	+16
	2312		2312	3,10			
	2314		2314	2,70			
	2320		2320	2,72			
	2298		2298	2,91			
	2309		2309	2,93			
Вибрированные с полипропиленовой фиброй							
В20	2290	10x10 x10	2290	2,30	2,36	2,36	(-3)
	2292		2292	2,38			
	2302		2302	2,36			
	2307		2307	2,39			
	2298		2298	2,38			
	2292		2292	2,36			
Центрифугированные со стальной фиброй							
В20	2351	10x10 x10	2351	3,45	3,61	3,61	+36
	2358		2358	3,89			
	2348		2348	3,45			
	2382		2382	3,56			
	2370		2370	3,74			
	2371		2371	3,56			
Центрифугированные контрольные							
В20	2330	10x10 x10	2330	2,68	2,66	2,66	-
	2328		2328	2,69			
	2312		2312	2,65			

	2318		2318	2,51			
	2321		2321	2,68			
	2322		2322	2,78			
Центрифугированные с базальтовой фиброй							
В20	2331	10x10 x10	2331	2,87	3,12	3,12	+17
	2340		2340	3,10			
	2312		2312	3,15			
	2311		2311	3,24			
	2298		2298	2,68			
	2330		2330	3,65			
Центрифугированные с полипропиленовой фиброй							
В20	2312	10x10 x10	2312	2,60	2,68	2,68	+1
	2321		2321	2,56			
	2330		2330	2,95			
	2310		2310	2,56			
	2314		2314	2,45			
	2325		2325	2,96			

По результатам проведенных исследований установлено, что наиболее сильное положительное влияние на свойства исследованных бетонов класса В20 оказывает следующее сочетание рецептурно-технологических факторов: технология – центрифугирование, вид фибры – стальная, улучшаемая характеристика при этом – прочность при растяжении, величина прироста – 36%.

В дальнейших исследованиях авторы ставят перед собой задачу выявить влияние этих же факторов на бетоны с более высокими прочностными характеристиками. Также научный интерес представляет влияние фибрового армирования комбинированного типа на свойства бетона изделий кольцевого сечения.

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 // Наукоедение, 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/matecconf/pdf/2017/43/matecconf_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. Nazhuyev M.P., Yanovskaya A.V., Kholodnyak M.G., Khalyushev A.K., Shcherban' E.M., Stel'makh S.A. Inženernyj 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., Nazhuyev M.P. Inženernyj 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., Nazhuyev M.P. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2018, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/5123.
7. Kholodnyak M.G., Stel'makh S.A., Shcherban' E.M., Nazhuyev M.P., Yanovskaya A.V., Osadchenko S.A. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2018, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/5047.
8. Nazhuyev 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.