

## Оценка эффективности добавок для сухих строительных смесей с нормируемыми показателями прочности сцепления с основанием

*Г.В. Несветаев, А.В. Козлов, И.А. Филонов, В.В. Осипов*

*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону*

**Аннотация:** предложена методика выбора добавок для производства сухих строительных смесей, для которых одним из основных показателей является прочность сцепления с основанием (клеевые, ремонтные, штукатурные). Сущность методики заключается в экспертной оценке комплексного показателя технологичности нанесения (связность, неразрывность при вытягивании зубчатым шпателем, эластичность, качество валиков), например, по 100 балльной шкале и прочности сцепления с бетонным основанием с последующим расчетом удельной стоимости добавок в составе смеси на одну тонну продукции соответственно на один балл технологичности нанесения и 1 МПа прочности сцепления. Приведены результаты оценки предложенных показателей для клеевых смесей, изготовленных с применением 4 различных цементов, 5 водоудерживающих добавок и 12 редуспергируемых полимерных порошков. Выявлено более существенное влияние вида редуспергируемого полимерного порошка на технологичность нанесения в сравнении с влиянием вида водоудерживающей добавки. Показана возможность получения клеевых составов класса сцепления С2 с применением редуспергируемых полимерных порошков отечественного производства.

**Ключевые слова:** сухая строительная смесь, прочность сцепления с основанием, удельная стоимость, технологичность нанесения

Сухие строительные смеси (ССС) широко применяются в современном строительстве для получения на строительной площадке различных растворных смесей, используемых при производстве отделочных, облицовочных [1], ремонтно-восстановительных [2,3] и других работ [4,5]. Для определенных видов СССР нормируемым показателем качества является прочность сцепления с основанием [6-8]. Для СССР, применяемых при отделочных и облицовочных работах, важным показателем, помимо прочности сцепления, является технологичность нанесения, или удобообрабатываемость в процессе производства работ. Помимо минеральной составляющей, включающей, в зависимости от назначения СССР, мелкий заполнитель, различные вяжущие, а также наполнители, в т.ч. на основе техногенных отходов [9,10], практически все СССР для отделочных

---

и облицовочных работ содержат в своем составе водоудерживающие добавки (ВУД) [11] и редиспергируемые полимерные порошки (РПП) [12], наличие и свойства которых в значительной степени определяют технологичность нанесения и прочность сцепления с основанием [13-15]. Сегодня на рынке добавок для ССС представлено значительное количество ВУД и РПП, стоимость которых различна, в связи, с чем актуальной задачей является оценка технико-экономической эффективности добавок с учетом особенностей минеральной составляющей ССС. В работе предложена методика оценки эффективности добавок по показателям удельной стоимости технологичности нанесения и прочности сцепления. Удельная стоимость технологичности нанесения численно равна стоимости всех добавок из расчета на одну тонну продукции, отнесенную к комплексному показателю технологичности нанесения, измеряемому в баллах, например, по 100 балльной шкале, полученному в результате экспертных оценок. Удельная стоимость прочности сцепления численно равна отношению стоимости всех добавок из расчета на одну тонну продукции, отнесенную к прочности сцепления с бетонным основанием, определенную в проектном возрасте по ГОСТ Р 58277-2018.

В исследованиях использованы ВУД производства Wacker Chemie AG, Lotte Fine Chemicals (№1,2 табл.1), SE Tylose GmbH & Co (№3,4 табл.1), Bang&Bonsomer, Taian Rutai Cellulose Co., Ltd (№5 табл.1). Дозировка добавок во всех составах принята 0,3% от массы минеральной части ССС. В исследованиях использованы РПП производства Wacker Chemie AG (№1,2 табл.1), Neolith (№3,4 табл.1), Bang & Bonsomer (№5,6,12 табл.1), ООО «Полипласт» (№7-11 табл.1). Стоимость всех добавок принята по данным поставщиков для Ростовской области по состоянию на 01.08.2021, перевод в рубли выполнен по курсу Центробанка РФ на эту же дату.

В исследованиях использованы различные цементы (табл.1):

---

- ПЦ1 - портландцемент ЦЕМ I 42,5 Н по ГОСТ 31108-2016 АО «Евроцементгрупп» Воронежский филиал (Подгоренский); активность 56,2 МПа, НС/КС 195/235 мин, НГ 27,25%;
- ПЦ2 - портландцемент ЦЕМ I 52,5 Н по ГОСТ 31108-2016 ЗАО «Осколцемент»; активность 59,8 МПа, НС/КС 185/255 мин, НГ 26,25%;
- ПЦ3 - сульфатостойкий цемент ЦЕМ I 42,5 Н СС по ГОСТ 22266-2013 АО «Подольск-цемент»; активность 44,5 МПа, НС/КС 125/245 мин, НГ 25,25%;
- ПЦ4 - портландцемент ЦЕМ I 42,5 Н по ГОСТ 31108-2016 «Новоросцемент», завод «Первомайский»; активность 54,3 МПа, НС/КС 145/215 мин, НГ 28,5%.

Для производства ССС использовался песок кварцевый без вредных примесей сверх допустимых значений, соответствующий требованиям нормативных документов для применения по назначению.

Произведена оценка влияния вида ВУД на удобообрабатываемость (технологичность нанесения) клеевой смеси, при этом не выявлено явное влияние исследованных ВУД на технологичность нанесения на бетонное основание в соответствии с ГОСТ Р 58277-2018, которая в данном исследовании оценивалась по косвенным показателям, а именно: связность, неразрывность при вытягивании зубчатым шпателем, эластичность, качество валиков и др. Оценка производилась по 100 балльной шкале тремя специалистами, далее определена средняя оценка, округленная до целого значения. Оценка прочности сцепления клеевых составов с бетонным основанием производилась по ГОСТ Р 58277-2018 в 28 суточном возрасте. Результаты исследований представлены в табл. 1 и на рис. 1-4.

Обработка и анализ результатов испытаний включали следующие этапы:

- определение стоимости добавок ВУД и РПП в составе каждой клеевой смеси в расчете на 1 т минеральной части ССС, которая далее представлена в
-

виде удельной стоимости, приходящейся на один балл (руб/балл), характеризующей технологичность нанесения клеевой смеси при производстве работ, и определение удельной стоимости, приходящейся на 1 МПа прочности сцепления клеевого состава с бетонным основанием;

- определение среднеарифметического значения удельной стоимости, характеризующей технологичность нанесения клеевого состава на бетонное основание по всем исследованным составам, составившее 123,47 руб/балл;
- определение среднеарифметического значения удельной стоимости, характеризующей прочность сцепления клеевого состава с бетонным основанием по всем исследованным составам, составившее 10982 руб/МПа;
- разделение всех значений показателей удельной стоимости по всем исследованным составам на две группы – выше среднего и ниже среднего.

На рис. 1 представлены данные о величине удельной стоимости технологичности нанесения по всем исследованным составам клеевых смесей.

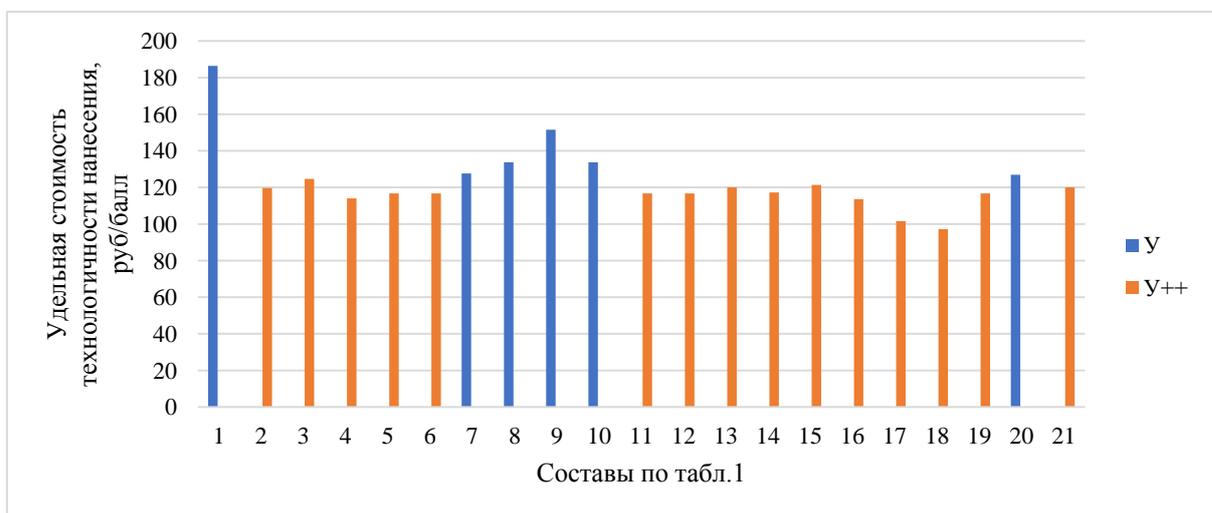


Рис. 1. - Удельная стоимость, руб/балл, характеризующая технологичность нанесения клеевого состава на бетонное основание

№1-21 – составы по табл.1; У – значение удельной стоимости, характеризующей технологичность нанесения «выше среднего», руб/балл;

У++ - значение удельной стоимости, характеризующей технологичность нанесения «ниже среднего», руб/балл

Таблица №1

Результаты исследований технологичности нанесения и прочности сцепления с бетонным основанием

№	Добавки		Оценка удобообрабатываемости смеси, баллы	Прочность сцепления с основанием, МПа
	ВУД	РПП		
1	2	3	4	5
ПЦ4: ЦЕМ I 42,5 Н ГОСТ 31108 «Новоросцемент», завод «Первомайский»				
1	№1	№1	60	1,03
2		№2	95	0,93
3	№2	№1	90	0,78
4		№2	100	0,83
5		№3	95	0,96
6		№4	95	1,04
7	№3	№5	95	0,78
8		№6	80	1,08
9	№4	№5	80	0,71
10	№4	№6	80	1,25
11	№5	№3	95	1,03
12		№4	95	0,76
13		№2	95	1,08
14	№2	№7	80	1,05
15		№8	80	1,12
16		№9	85	1,27
17		№10	90	1,0
18		№11	90	1,09
ПЦ1: ЦЕМ I 42,5 Н, «Евроцементгруп», (Подгоренский)				
19	№5	№3	95	1,17
ПЦ2: ЦЕМ I 52,5 Н, ЗАО «Осколцемент»				
20	№5	№12	95	1,41
ПЦ3: сульфатостойкий цемент ЦЕМ I 42,5 Н СС, АО «Подольск-цемент»				
21	№5	№2	95	1,16

На рис. 2 представлены данные о величине удельной стоимости прочности сцепления с бетонным основанием по всем исследованным составам клеевых смесей.

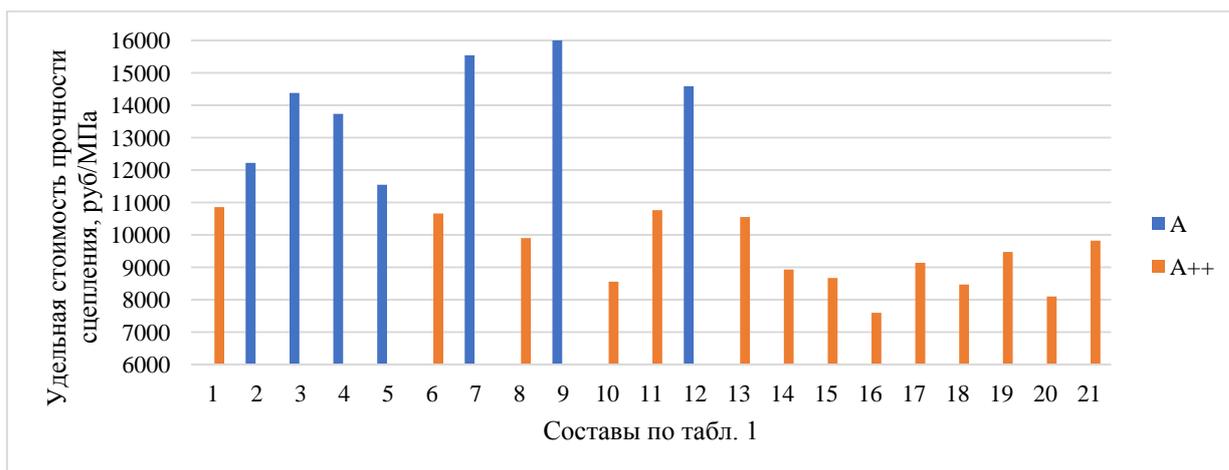


Рис. 2. - Удельная стоимость прочности сцепления клеевого состава с бетонным основанием, руб/МПа

№1-21 – составы по табл.1; А – значение удельной стоимости, характеризующей прочность сцепления с бетонным основанием «выше среднего», руб/МПа; А++ - значение удельной стоимости, характеризующей прочность сцепления с бетонным основанием «ниже среднего», руб/МПа

На рис. 3 представлены данные о технологичности нанесения, баллы, и прочности сцепления с бетонным основанием относительно класса по прочности сцепления С2 (не менее 1 МПа) по всем исследованным составам клеевых смесей. На рис. 4 представлены данные о технологичности нанесения и величине ее удельной стоимости, прочности сцепления с бетонным основанием и величине ее удельной стоимости для составов по табл. 1, одновременно удовлетворяющих требованиям: технологичность

нанесения не менее 90 баллов, прочность сцепления с бетонным основанием соответствует классу С2. Эти составы определены как «рациональные».

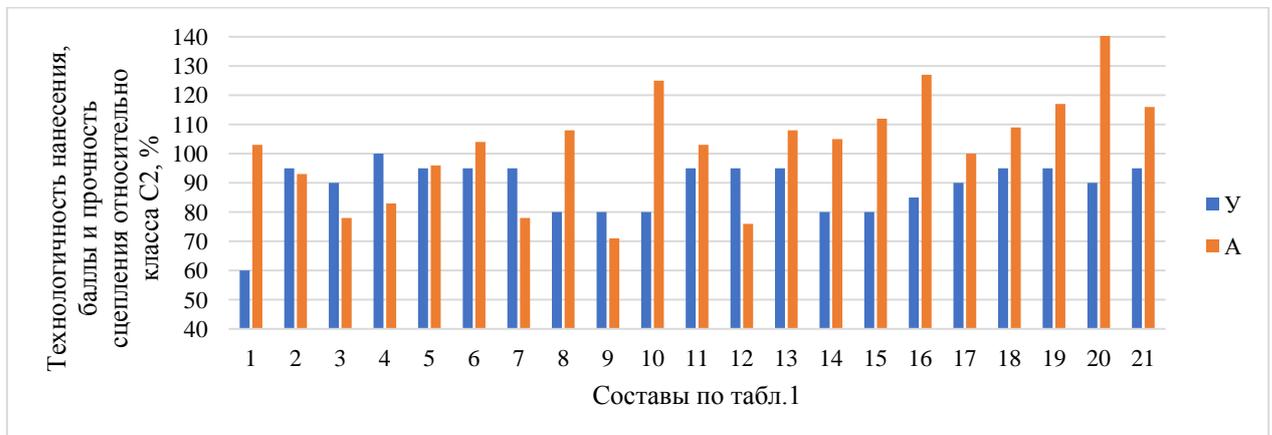


Рис. 3. - Технологичность нанесения и прочность сцепления с бетонным основанием исследованных клеевых составов

У – технологичность нанесения, баллы; А – прочность сцепления с бетонным основанием относительно класса сцепления С2, %

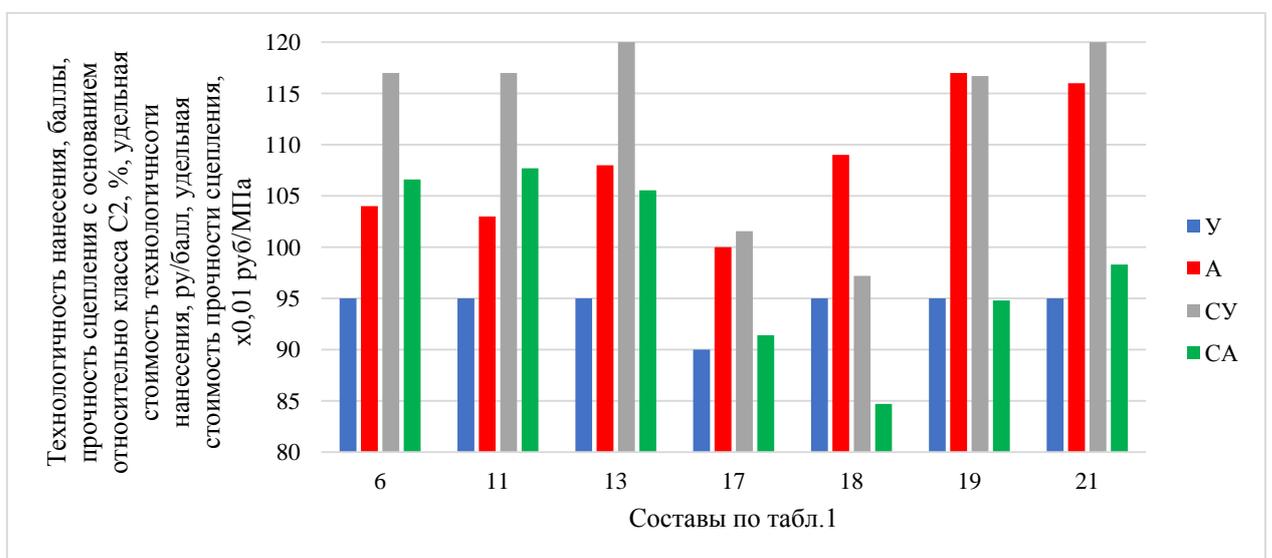


Рис. 4. - Технологичность нанесения, прочность сцепления с бетонным основанием, удельная стоимость технологичности нанесения и прочности сцепления рациональных клеевых составов

У – технологичность нанесения, баллы; А – прочность сцепления с бетонным основанием относительно класса сцепления С2, %; СУ – удельная стоимость

технологичности нанесения, руб/балл; СА – удельная стоимость прочности сцепления, руб/МПа·(10<sup>-2</sup>)

Таким образом, анализируя данные рис.4, можно сделать заключение, что из исследованных 21 составов только 7 одновременно удовлетворяют требованиям по технологичности нанесения и прочности сцепления с бетонным основанием, соответствующей классу сцепления С2 (прочность сцепления с бетонным основанием не менее 1 МПа). При этом, закономерно, все они имеют показатель удельной стоимости технологичности нанесения и удельной стоимости прочности сцепления «ниже среднего». С экономической точки зрения перспективны составы № 17-19 и 21. Следует отметить, что в составах №17,18 использованы РПП производства ООО «Полипласт», которые в перспективе могут стать заменителем импортных аналогов.

### **Заключение**

Предложена методика сравнения технико-экономической эффективности ВУД и РПП для производства ССС с учетом особенностей минеральной составляющей, основанная на оценке показателей удельной стоимости технологичности нанесения, руб/балл, и прочности сцепления с бетонным основанием, руб/МПа. Показана перспективность применения в качестве РПП для производства ССС с нормируемыми показателями прочности сцепления продукции отечественного производства.

### **Литература**

1. Шаменская Е.А., Орлова Т.Н. Плиточные сухие клеи и системы // Строительные материалы. 1999. №7-8. С. 14-16.
2. Юдина Л.В., Турчин В.В., Сычугов С.В. Сухие строительные смеси на основе шлакощелочных вяжущих для использования в условиях

- агрессивной сульфатной среды // Сухие строительные смеси. 2015. №5. С. 22-28.
3. Пичугин, А.П. Разработка составов сухих строительных смесей с повышенными эксплуатационными характеристиками / А.П. Пичугин, В.Ф. Хританков, И.В. Белан и др. // Вестник ВолгГАСУ. 2014. №36 (55). С.68-77.
  4. Пухаренко Ю.В., Харитонов А.М., Шангина Н.Н., Сафонова Т.Ю. Реставрация исторических объектов с применением современных сухих строительных смесей // Вестник гражданских инженеров. 2011. №1(26). С. 98-103.
  5. Бычкова О.А. Быстротвердеющие стяжки на основе гипсоглиноземистого расширяющегося цемента и портландцемента // Инженерный вестник Дона, 2018. № 3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/5103/](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/5103/).
  6. Несветаев Г.В., Ужахов М.А. Некоторые вопросы оценки качества клеев для плитки // ALITinform: Цемент. Бетон. Сухие смеси. 2007. №1. С. 64-65.
  7. Удодов С. А., Бычкова О.А. К вопросу о долговечности сцепления цементных растворов с легкобетонным основанием // International innovation research: сборник статей VIII Международной научно-практической конференции, Пенза, 27 апреля 2017 года. – Пенза: "Наука и Просвещение" (ИП Гуляев Г.Ю.), 2017. – С. 42-45.
  8. Бычкова О.А. Клей быстрой фиксации на основе гипсоглиноземистого расширяющегося цемента и портландцемента // Инженерный вестник Дона, 2018. № 3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/5102/](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/5102/).
  9. Prokopski G., Huts A., Marchuk V. Granite dust as a mineral component of a dry cement mortar mixtures // Archives of Civil Engineering. 2020. Vol. 66. No 3. P. 81-96. DOI 10.24425/ace.2020.134385
-

10. Belyakov V. A., Bannikova L.A. Study and Analysis of Aluminate Dry Construction Mixtures Properties / Solid State Phenomena. 2017. Vol. 265. P. 398-402. DOI 10.4028/www.scientific.net/SSP.265.398
11. Черных Т.Н., Трофимов Б.Я., Крамар Л.Я. Влияние эфиров целлюлозы на свойства растворных смесей и растворов // Строительные материалы. 2004 г. №4. С. 42-43.
12. Цюрбригер Р., Дильгер П. Дисперсионные полимерные порошки – особенности поведения в сухих строительных смесях // Строительные материалы. 1999. №3. С. 10-13.
13. Баталин, Б. С. Исследования эффективности добавок, применяемых для производства сухих строительных смесей // Успехи современного естествознания. 2007. № 7. С. 60-62.
14. Голунов С.А. Модификация плиточных клеев редисперсионными полимерными порошками VINNAPAS // Строительные материалы. 2004. №3. С. 47-50.
15. Захезин А.Е., Черных Т.Н., Трофимов Б.Я., Крамар Л.Я. Влияние редиспергируемых порошков на свойства цементных строительных растворов // Строительные материалы. 2004. №10. С. 6-8.

### References

1. Shamenskaya E.A., Orlova T.N. Stroitel`ny`e materialy`. 1999. №7-8. P. 14-16.
  2. Yudina L.V., Turchin V.V., Sy`chugov S.V. Suxie stroitel`ny`e smesi. 2015. №5. P. 22-28.
  3. Pichugin A.P., Xritankov V.F., Belan I.V. i dr. Vestnik VolgGASU. 2014. №36 (55). P.68-77.
  4. Puxarenko Yu.V., Xaritonov A.M., Shangina N.N., Safonova T.Yu. Vestnik grazhdanskix inzhenerov. 2011. №1(26). 1. 98-103.
-

5. By`chkova O.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2018. № 3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/5103/](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/5103/).
6. Nesvetaev G.V., Uzhaxov M.A. ALITinform: Cement. Beton. Suxie smesi. 2007. №1. P. 64-65.
7. Udodov S. A., By`chkova O.A. K voprosu o dolgovechnosti scepheniya cementny`x rastvorov s legkobetonny`m osnovaniem. International innovation research: sbornik statej VIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Penza, 27 aprelya 2017 goda. Penza: "Nauka i Prosveshhenie" (IP Gulyaev G.Yu.), 2017. P. 42-45.
8. By`chkova O.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2018. № 3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/5102/](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/5102/).
9. Prokopski G., Huts A., Marchuk V. Granite dust as a mineral component of a dry cement mortar mixtures. Archives of Civil Engineering. 2020. Vol. 66. No 3. P. 81-96. DOI 10.24425/ace.2020.134385.
10. Belyakov V. A., Bannikova L.A. Study and Analysis of Aluminate Dry Construction Mixtures Properties. Solid State Phenomena. 2017. Vol. 265. P. 398-402. DOI 10.4028/www.scientific.net/SSP.265.398.
11. Cherny`x T.N., Trofimov B.Ya., Kramar L.Ya. Stroitel`ny`e materialy`. 2004 g. №4. P. 42-43.
12. Czyurbriger R., Dil`ger P. Stroitel`ny`e materialy`. 1999. №3. P. 10-13.
13. Batalin, B. S. Uspexi sovremennogo estestvoznaniya. 2007. № 7. P. 60-62.
14. Golunov S.A. Stroitel`ny`e materialy`. 2004. №3. P. 47-50.
15. Zaxezin A.E., Cherny`x T.N., Trofimov B.Ya., Kramar L.Ya. Stroitel`ny`e materialy`. 2004. №10. P. 6-8.